РИЧАРД ДОКИНЗ

МАГИЯ РЕАЛЬНОСТИ

Как наука познает Вселенную



Занимательные истории для юных про великие научные открытия

ИЛЛЮСТРАЦИИ
Дэйва Маккина

Магия реальности

Книги Ричарда Докинза

The Selfish Gene *(в рус. переводе “Эгоистичный ген”)*

The Extended Phenotype *(в рус. переводе “Расширенный фенотип”)*

The Blind Watchmaker *(в рус. переводе “Слепой часовщик”)*

River Out of Eden

Climbing Mount Improbable

Unweaving the Rainbow

A Devil’s Chaplain

The Ancestor’s Tale

The God Delusion *(в рус. переводе “Бог как иллюзия”)*

The Greatest Show on Earth *(в рус. переводе “Самое грандиозное шоу на Земле”)*

....

Книги Дэйва Маккина

Pictures that Tick

Cages

Crazy Hair *(with Neil Gaiman)*

Mirror Mask *(with Neil Gaiman; в рус. переводе “Стеклянная маска”)*

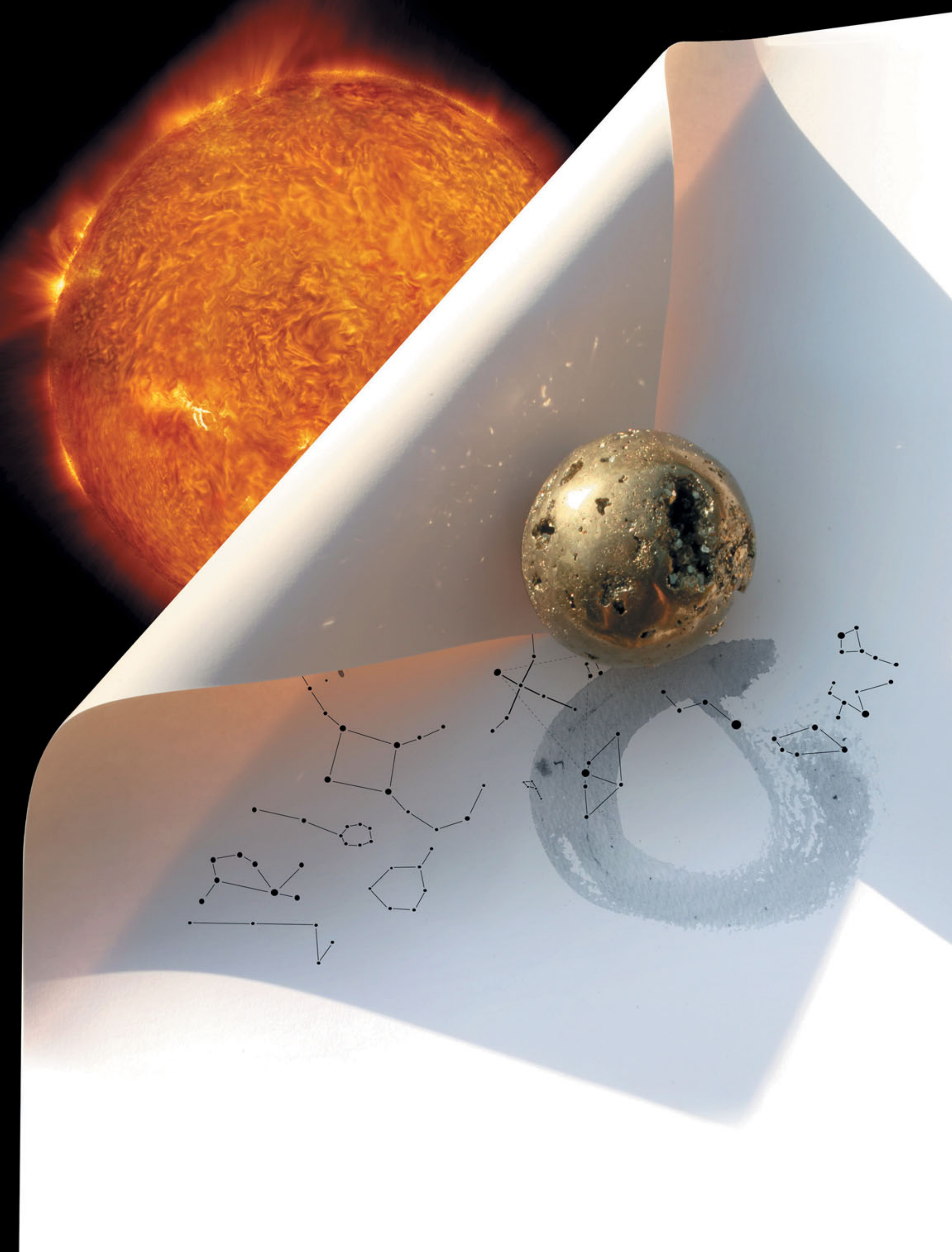
The Wolves in the Walls *(with Neil Gaiman)*

The Day I Swapped My Dad for Two Gold_sh
(with Neil Gaiman)

Slog’s Dad *(with David Almond)*

The Savage *(with David Almond)*

The Homecoming *(with Ray Bradbury; в рус. переводе “Возвращение”)*



Ричард Докинз

Магия реальности

Как наука познает Вселенную

иллюстрации
Дэйва Маккина



Издательство АСТ
Москва

УДК 001-053.2
ББК 72
Д63

Докинз, Ричард.
Д63 Магия реальности. Как наука познает Вселенную / Ричард Докинз; пер. с англ. П. Бунтмана — Москва: Издательство АСТ : CORPUS, 2016 — 272 с.

ISBN 978-5-17-093709-7

Ричард Докинз — выдающийся британский ученый-этолог и неутомимый популяризатор науки, лауреат многих литературных и научных премий, автор переведенных на многие языки книг "Эгоистичный ген", "Расширенный фенотип", "Слепой часовщик", "Расплетая радугу", "Бог как иллюзия" и других. Его работы сыграли огромную роль в возрождении интереса к научной литературе, адресованной широкой читательской аудитории.

Новая книга Р. Докинза — это беседа с юным читателем. Большинство ее глав озаглавлены вопросом: "Кто был первым человеком?", "Из чего все сделано?", "Что такое радуга?" или "Почему случаются неприятности?". Автор не только старается дать на них доступные и убедительные ответы, но и рассказывает о том, как именно ученые приходят к решению загадок, которые неустанно преподносит человечеству Вселенная. Правда, и сегодня можно объяснить далеко не все, пишет Докинз, но одно из главных достоинств науки состоит в том, что "ученые знают, когда ответ на какой-нибудь вопрос им неизвестен. Они с радостью заявляют о своем неведении. Радость тут уместна, потому что поиски верного ответа — увлекательнейшее занятие".

УДК 001-053.2
ББК 72

ISBN 978-5-17-093709-7

Моему любимому отцу

Клинтону Джону Докинзу

(1915–2010)

Оглавление







1 Где реальность? Где магия?

Реальность — это все, что существует. Звучит прямолинейно, не правда ли? На самом деле все не так просто. Как быть с динозаврами, которых сейчас нет, а когда-то были? Или со звездами, настолько от нас далекими, что пока их свет дойдет до нас и мы их увидим, они, возможно, исчезнут?

Чуть позже мы разберемся и с динозаврами и со звездами. Но как мы вообще узнаём, что реально, даже в эту минуту, прямо сейчас? Наши пять чувств — зрение, обоняние, осязание, слух и вкус — упрямо убеждают нас в существовании чего-либо: камней и верблюдов, скошенной травы и свежемолотого

кофе, наждачки и вельвета, водопадов и дверных звонков, сахара и соли. Но неужели мы назовем *реальным* только то, что распознаем напрямую с помощью одного из пяти чувств?

Как же быть с далекими галактиками, слишком далекими, чтобы увидеть их невооруженным глазом? С бактериями, слишком маленькими, чтобы наблюдать их без мощного микроскопа? Неужели мы скажем, что их не существует, потому что мы не способны их рассмотреть? Очевидно, что нет. Мы можем усилить наши чувства с помощью специальных приборов: телескопов для изучения галактик, микроскопов для исследования бактерий. Мы понимаем устройство телескопов и микроскопов и принципы их работы, и они расширяют возможности наших чувств — в данном случае зрения, которое убеждает нас в существовании галактик и бактерий.

А как насчет радиоволн? Существуют ли они? Ни глаза, ни уши не могут распознать их, но для этого имеются специальные приборы, например телевизор, преобразующий их в сигнал, который мы видим и слышим. Радиоволны мы не видим и не слышим, тем не менее они являются частью реальности. Как и в случае телескопов и микроскопов, мы понимаем, как работают радио и телевизор. Они помогают нашим органам чувств построить картину того, что существует, — реального мира, реальности. Радиотелескопы (а также рентгеновские телескопы) показывают звезды и галактики с помощью как бы других глаз — это еще один способ расширить видимую реальность.



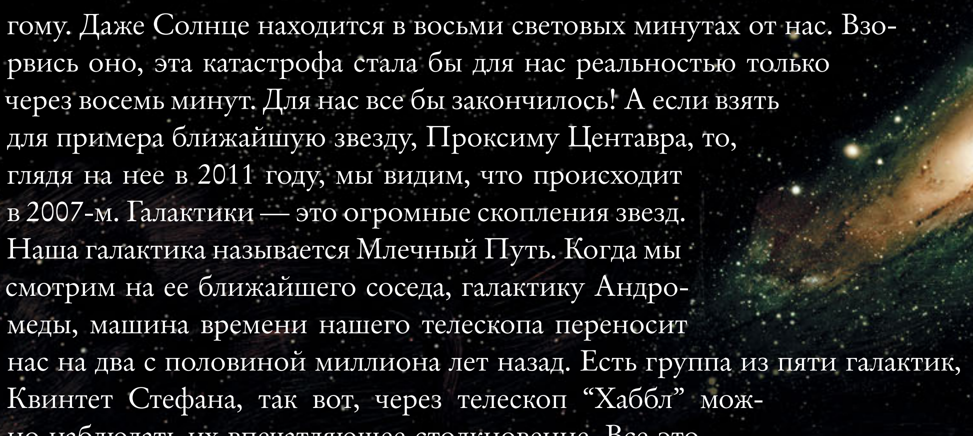


Вернемся к нашим динозаврам. Откуда мы знаем, что они когда-то бродили по Земле? Мы их никогда не видели, не слышали, не убегали от них. Увы, у нас нет машины времени, чтобы на них посмотреть. Но тут появляется еще один помощник для чувств — окаменелости, которые мы видим невооруженным глазом. Окаменелости не бегают и не прыгают, но, зная, как они образуются, мы можем представить, что происходило миллионы лет назад. Мы понимаем: вода с растворенными в ней минеральными солями просачивалась в останки, погребенные в слоях грязи и камней. Мы понимаем, как минералы выкристаллизовывались из воды и замещали ткани организма, атом за атомом, оставляя в камне едва заметный след, повторяющий формы животного. Таким образом, хотя мы с самими динозаврами и не сталкивались, мы делаем вывод об их существовании, опираясь на косвенное доказательство, доступное нашим органам чувств: мы видим и дотрагиваемся до окаменелых следов древней жизни.

В некотором смысле телескоп работает в качестве машины времени. Все, что мы видим, по сути является светом, а свету для перемещения требуется некоторое время. Даже когда ты смотришь на своего друга, ты наблюдаешь за ним в прошлом, потому что свету необходима крошечная доля секунды, чтобы добраться до твоего глаза. Звук перемещается гораздо медленнее, поэтому мы замечаем, что вспышка фейерверка появляется раньше, чем звук от него. Если издалека смотреть на человека, рубящего дерево, то стук топора повторяется странным эхом.

Свет движется настолько быстро, что мы обычно считаем, будто увиденное происходит в тот же момент. Со звездами все по-дру-

гому. Даже Солнце находится в восьми световых минутах от нас. Взорвись оно, эта катастрофа стала бы для нас реальностью только через восемь минут. Для нас все бы закончилось! А если взять для примера ближайшую звезду, Проксиму Центавра, то, глядя на нее в 2011 году, мы видим, что происходит в 2007-м. Галактики — это огромные скопления звезд. Наша галактика называется Млечный Путь. Когда мы смотрим на ее ближайшего соседа, галактику Андромеды, машина времени нашего телескопа переносит нас на два с половиной миллиона лет назад. Есть группа из пяти галактик, Квинтет Стефана, так вот, через телескоп "Хаббл" можно наблюдать их впечатляющее столкновение. Все это происходило 280 миллионов лет назад.



Если бы инопланетяне, обитающие в одной из таких сталкивающихся галактик, посмотрели в достаточно мощный, чтобы нас увидеть, телескоп, то сегодня они могли бы застать на Земле только ранних предков динозавров. Существуют ли инопланетяне? Мы их никогда не видели и не слышали. Являются ли они частью реальности? Неизвестно, но мы точно знаем, *что* именно в один прекрасный день послужит для нас доказательством их существования. Если мы окажемся рядом с инопланетянином, наши органы чувств уведомят нас об этом. Вероятно, кто-нибудь однажды изобретет телескоп достаточно мощный, чтобы отсюда определять наличие жизни на других планетах. Или наши радиотелескопы примут послание, которое мог составить только инопланетный разум. Реальность состоит не только из того, что нам известно, но также из того, о чем мы не знаем и о чем не узнаем в течение еще некоторого времени — пока не появятся более совершенные инструменты в помощь нашим пяти чувствам.

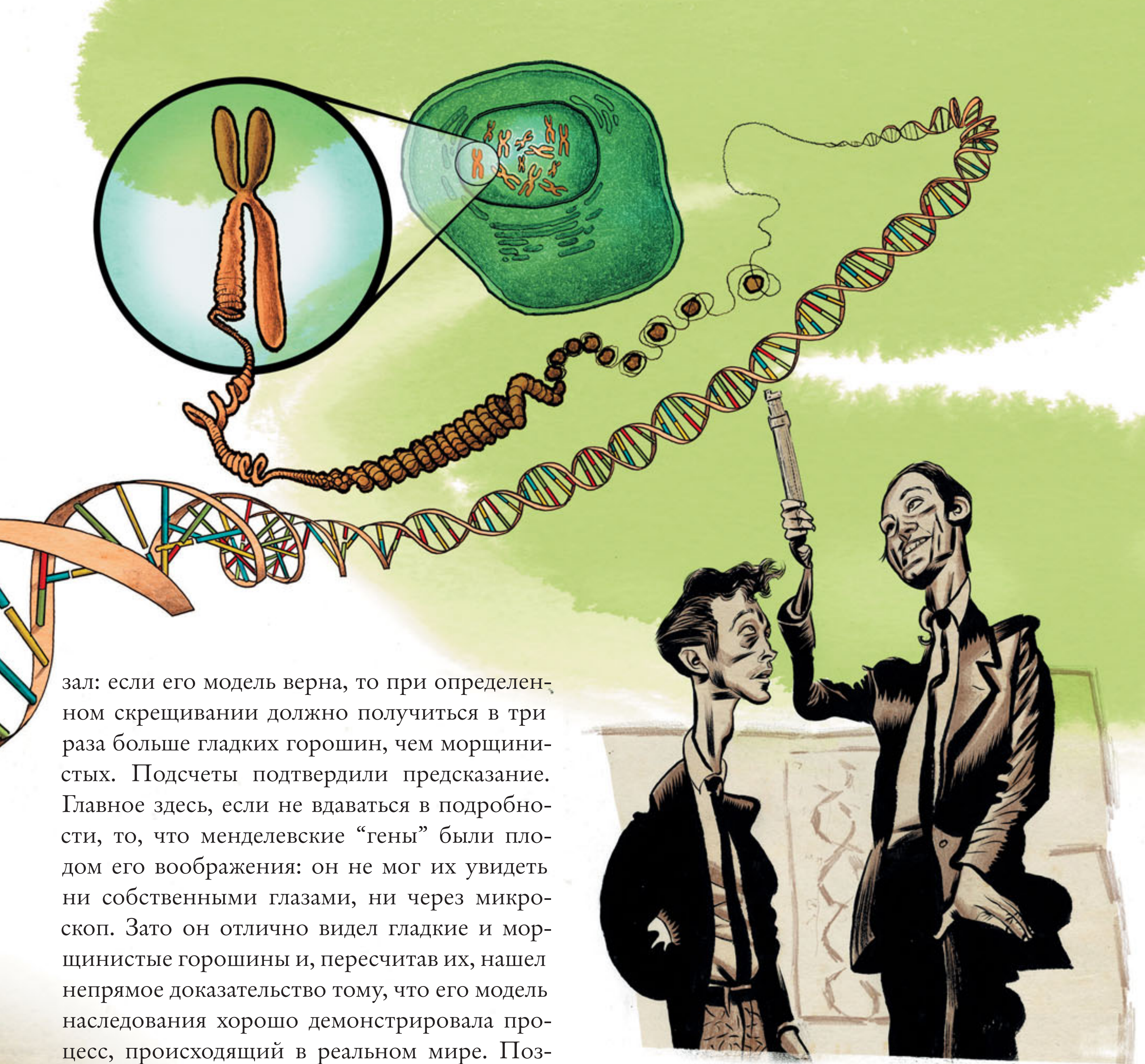
Атомы были всегда, но только с недавнего времени мы уверены в их существовании. Скорее всего, наши потомки будут знать много такого, о чем мы сейчас и не подозреваем. В этом состоит чудо и радость науки: она все время движется вперед, открывая новое, что вовсе не означает, будто следует верить *любым* выдумкам: мы можем нафантазировать множество вещей, которых в реальной жизни быть не должно, — фей и гоблинов, лепреконов и гиппогрифов. Нам стоит придерживаться широких взглядов, но единственным основанием для веры во что-то служит реальное доказательство.

Модели: проверка воображения

Существует менее известный способ выяснить, что реально, когда наши пять чувств не могут этого сделать напрямую. Ученые используют в таких случаях модель того, что *могло бы* быть, а потом ее проверяют. Мы представляем — иначе говоря гадаем, — что именно *могло бы* быть. Это и называется моделью. Мы определяем (зачастую с помощью математических расчетов), что бы мы увидели, услышали и т. д. (нередко пользуясь измерительными приборами), если наша модель верна. Потом сравниваем с тем, что видим на самом деле. Моделью могут служить деревянная или пластиковая копия, математические вычисления на листке бумаги или программа-симулятор на компьютере. Мы внимательно изучаем модель и *предсказываем*, что увидим (услышим и т. д.) с помощью наших чувств (или с помощью приборов), если модель правильная. Затем проверяем, сбылись наши предсказания или нет. Если сбылись, то это доказывает реалистичность модели. Затем эксперименты продолжаются — иногда модель корректируется, чтобы еще раз протестировать данные и подтвердить их. Если предсказания не сбылись, то мы либо отвергаем модель, либо модифицируем ее и пробуем еще раз.

Давай рассмотрим пример. Сейчас мы знаем, что гены — единицы наследственности — состоят из такой штуки, как ДНК. Нам многое известно о ДНК и о том, как она работает. Тем не менее увидеть, как ДНК выглядит, даже с помощью мощного микроскопа, невозможно. Почти все сведения о ДНК люди получили, выдумывая модели и проверяя их.

На самом деле задолго до того, как кто-либо впервые услышал о ДНК, ученые уже многое понимали в генах, тестируя свои догадки на моделях. Еще в XIX веке австрийский монах Грегор Мендель экспериментировал в монастырском саду, в больших количествах скрещивая горох. Он подсчитывал растения с той или иной окраской цветков, с гладкими или морщинистыми горошинами — и так поколение за поколением. Мендель никогда не видел и не трогал ген. Все, что он наблюдал, — это цветы и горошины, и глаза он использовал для *подсчетов*. Он придумал *модель*, включающую в себя то, что мы сейчас называем генами (хотя Мендель их так не называл), и предска-



зал: если его модель верна, то при определенном скрещивании должно получиться в три раза больше гладких горошин, чем морщинистых. Подсчеты подтвердили предсказание. Главное здесь, если не вдаваться в подробности, то, что менделевские “гены” были плодом его воображения: он не мог их увидеть ни собственными глазами, ни через микроскоп. Зато он отлично видел гладкие и морщинистые горошины и, пересчитав их, нашел непрямое доказательство тому, что его модель наследования хорошо демонстрировала процесс, происходящий в реальном мире. Позже ученые использовали методы Менделя, изменив их и работая вместо гороха, например, с плодовыми мушками, и показали, что гены выстроены в определенном порядке в нитях, называемых хромосомами (у нас сорок шесть хромосом, у плодовых мушек — восемь). Тестируя разные модели, удалось в точности выяснить, в каком порядке гены расположены в хромосомах, причем задолго до того, как мы поняли, что гены состоят из ДНК.

Сейчас мы это знаем и знаем, как именно работает ДНК, благодаря Джеймсу Уотсону и Френсису Крику, а также многим их последователям. Уотсон и Крик не могли увидеть ДНК собственными глазами. Они опять же сделали свои открытия, придумывая модели и тестируя их. Мало того, они смастерили модель ДНК из металла и картона, после чего прикинули величину некоторых параметров для правильной модели. Предсказания одной из моделей, так называемой двойной спирали, в точности совпали с данными, полученными Розалиндой Франклин и Морисом Уилкин-





сом. Они с помощью специальных приборов просвечивали рентгеновскими лучами кристаллы очищенной ДНК. Кроме того, Уотсон и Крик сразу поняли, что их модель структуры ДНК подтверждает результаты, полученные Грегором Менделем в его монастырском саду.

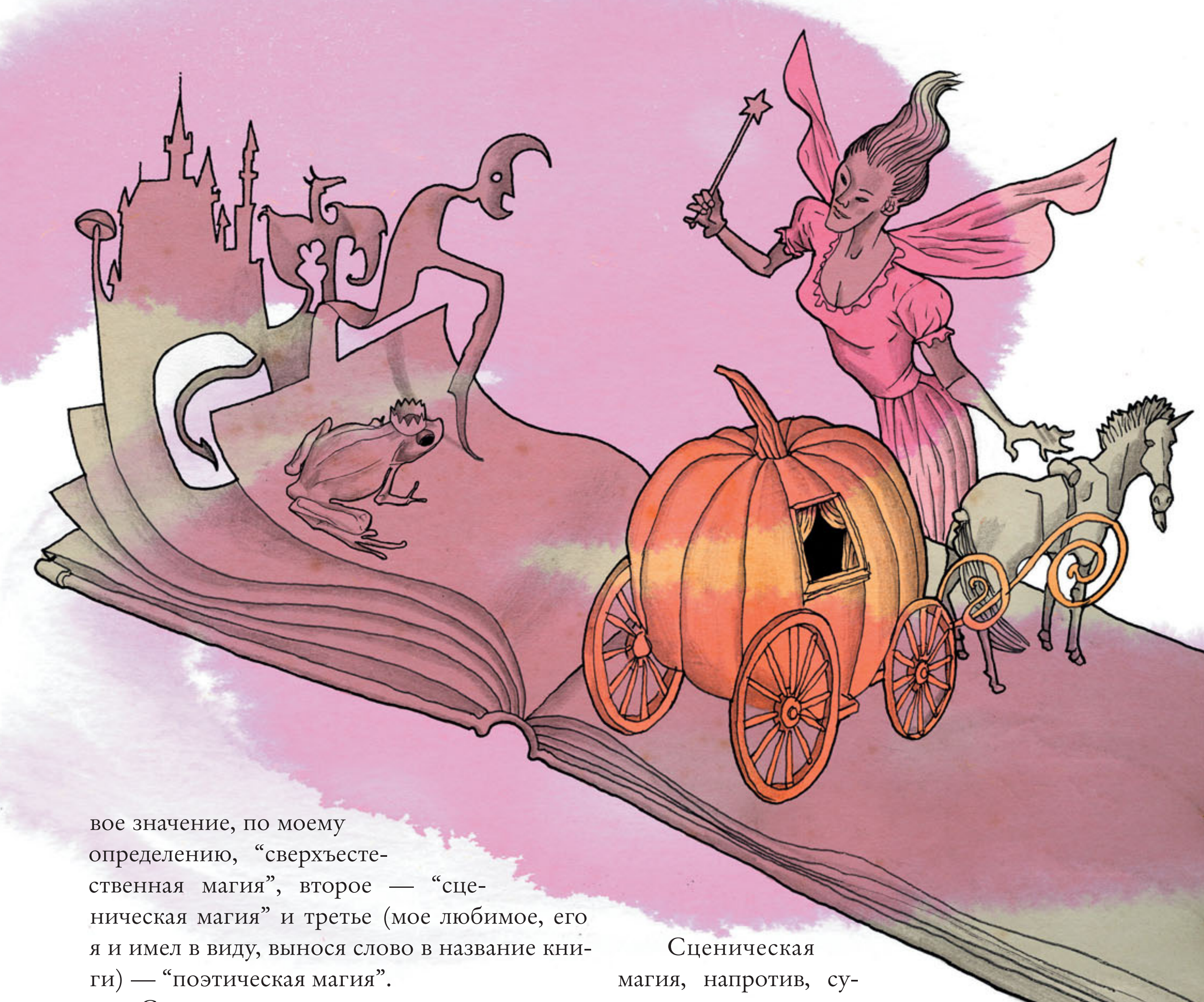
Таким образом, мы узнаем, *что* реально, пользуясь тремя методами. Мы можем определить это напрямую, используя одно из пяти чувств; косвенно, помогая нашим чувствам специальными приборами, такими как телескопы или микроскопы; или еще более косвенно, создавая модели того, что *могло бы* быть реальным, и тестируя эти модели, чтобы посмотреть, успешно ли они предсказывают события, которые мы увидим (услышим и т. д.) с помощью приборов или без них. В конечном счете все так или иначе возвращается к нашим органам чувств.

Означает ли это, что реальность состоит только из того, что способны прямо или косвенно выявить наши органы чувств или научные методы? А как же ревность и радость, счастье и любовь? Их не существует?

Нет, они тоже реальны. Но они обязаны своим существованием мозгу, естественно, человеческому и, возможно, мозгу других развитых видов, таких как шимпанзе, собаки и киты. Камни не испытывают радости или ревности, горы не знают, что такое любовь. Эти эмоции реальны для тех, кто их переживает, но эмоций не было, пока их не создал мозг. Предположительно подобные эмоции, а еще такие, что нам даже и не снились, существуют на других планетах, но только на тех, где есть мозги или что-то аналогичное — кто знает, что за странные мыслительные органы или чувствительные механизмы могут скрываться во Вселенной?

Наука и сверхъестественное: объяснение и его враг

Итак, мы знаем, что такое реальность, и знаем, как определить, реально что-либо или нет. Каждая глава этой книги посвящена одной конкретной детали реальности — солнцу, землетрясениям, радуге или разнообразию животного мира. Теперь я хочу обратиться к другому ключевому слову из названия книги — магии. Слово это непростое и имеет три основных значения, так что прежде всего я хотел бы обозначить различия между ними. Пер-



вое значение, по моему определению, "сверхъестественная магия", второе — "сценическая магия" и третье (мое любимое, его я и имел в виду, вынося слово в название книги) — "поэтическая магия".

Сверхъестественная магия встречается нам в мифах и сказках (в описании "чудес" тоже, но их мы отложим в сторону и вернемся к ним в последней главе). Это магия лампы Аладдина, колдовских заклинаний, сочинений братьев Гримм, Ганса Христиана Андерсена и Дж.-К. Роулинг. Это выдуманная магия, позволяющая ведьме обратить принца в лягушку или доброй фее, крестной Золушки, превратить тыкву в карету. Мы с нежностью вспоминаем эти истории из нашего детства, многие дарят подарки на Новый год, нарядившись Дедом Морозом, но хорошо известно, что подобная магия — выдумка и не действует в реальности.

Сценическая магия, напротив, существует на самом деле, и это бывает очень забавно. По крайней мере, *что-то* и вправду происходит, хотя публика уверена, что видит совсем другое. Мужчина на сцене (почему-то обычно это мужчина, и я буду употреблять слово "он", но ты можешь заменять "он" на "она", если тебе угодно) обманом внушает нам мысль, что произошло нечто поразительное (оно даже может *показаться* сверхъестественным), хотя *в реальности* случилось нечто другое. Шелковые платки не превращаются в кроликов, а лягушка — в принца. На сцене демонстрируют трюк. Наши глаза обманывают нас, вернее, фокусник с боль-



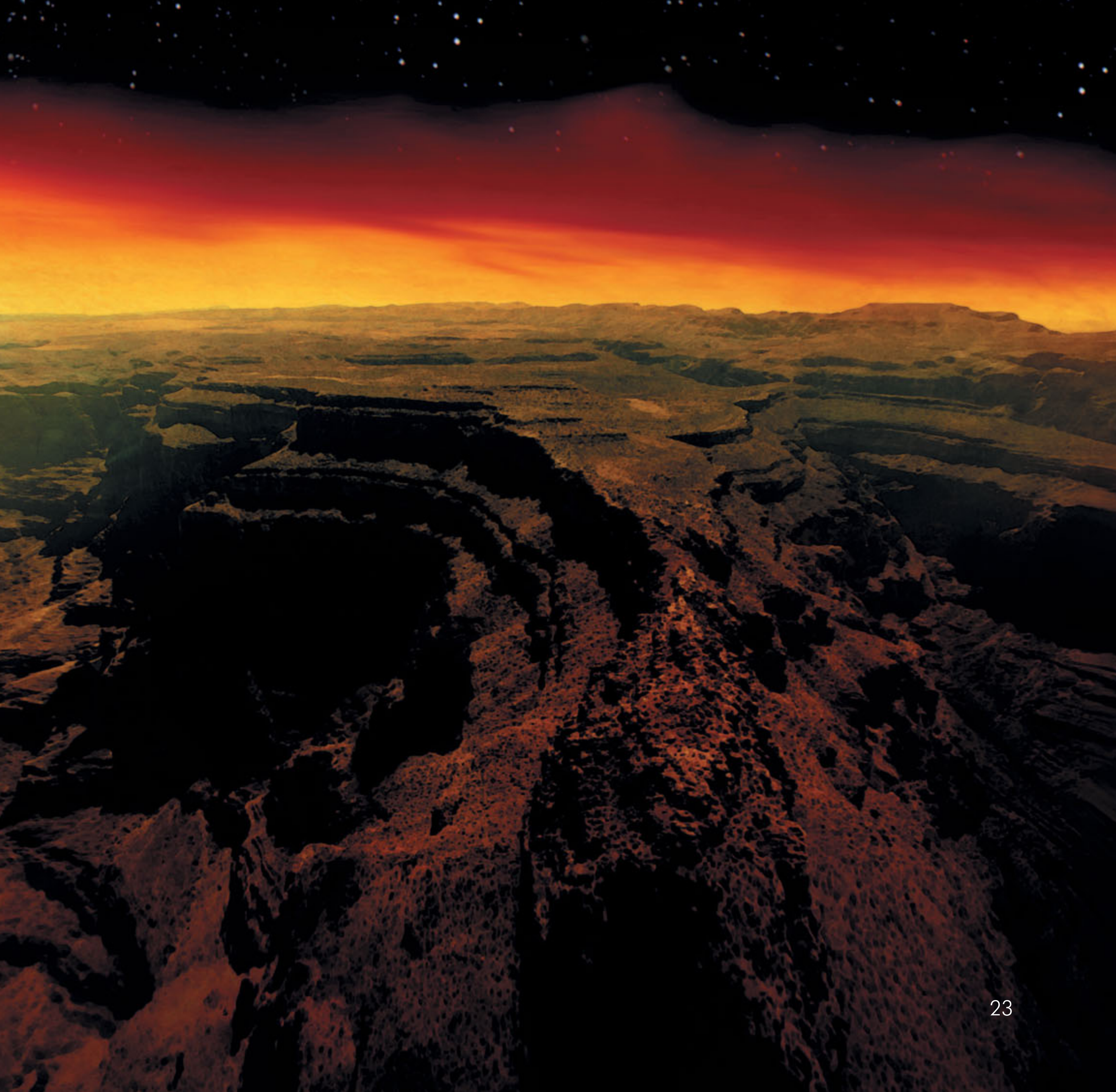
шой ловкостью обманывает наши глаза. Судя по всему, он умело заговаривал нам зубы, чтобы отвлечь внимание от своих ловких рук.

Некоторые фокусники честно признаются зрителям, что всего лишь исполняют трюк. Я имею в виду, например, *удивительного* Джеймса Рэнди, Пенна и Теллера или Деррена Брауна. Но даже названные замечательные артисты обычно не говорят, *как именно* они исполнили трюк, — за это их исключили бы из Магического круга (клуба фокусников), — однако они всегда стараются объяснить публике, что никакой сверхъестественной магии нет. Другие предпочитают пореже упоминать про трюки, но и не преувеличивают свои способности — они просто позволяют зрителям радоваться чуду, происходящему на сцене, при этом не обманывая их. К сожалению, есть фокусники откровенно нечестные, заявляющие, будто обладают сверхъестественным или паранормальным даром. Иногда они утверждают, что одной лишь силой мысли сгибают металлические предметы и останавливают часы. Некоторые из этих бессовестных обманщиков (правильнее назвать их шарлатанами) получают внушительные гонорары от горнодобывающих или нефтяных компаний за свои “экстрасенсорные” способности, благодаря которым якобы находят подходящее место для бурения. Другие зарабатывают на чужом горе, уверяя, что умеют общаться с мертвыми. Это уже не веселое представление для развлечения публики, тут люди просто наживаются на человеческом невежестве и несчастье. По правде говоря, не все они обманщики. Кое-кто действительно верит в свою способность говорить с умершими.

Третье значение слова “магия” я использовал в названии книги — это магия поэтическая. Нас трогает до слез красивое музыкальное произведение, и тогда мы называем услышанное волшебным. Мы любуемся звездами темной безлунной ночью вдалеке от городских огней и, когда у нас захватывает дух от восторга, восклицаем: “Это настоящее чудо!” Мы используем те же слова, когда описываем роскошный закат, горный пейзаж или радугу на фоне темного неба. В этом смысле магия означает нечто волнующее, головокружительное, то, что заставляет трепетать от восторга, позволяет острее ощущать жизнь. Я постараюсь показать вам, что реальность, детали реального мира, осознанные с помощью научных методов, — магические в третьем значении, поэтическом, пробуждающем жажду жизни.



Теперь я хочу вернуться к идее сверхъестественного и обсудить, почему она не способна по-настоящему объяснить нам происходящее вокруг и в нашей Вселенной. На самом деле, говоря о сверхъестественном происхождении чего-либо, мы ничего не объясняем, хуже того, отвергаем любую возможность объяснить это когда-либо. Почему я так думаю? Потому что все "сверхъестественное", по определению, находится за гранью нашего понимания. Оно лежит за пределами науки и установившихся, надежных и проверенных научных методов, благодаря которым мы совершили такой скачок в знаниях за последние 400 лет. Назвать что-то сверхъестественным — все равно что сказать: "нам не понять", а скорее даже: "нам не понять, и пытаться не стоит".

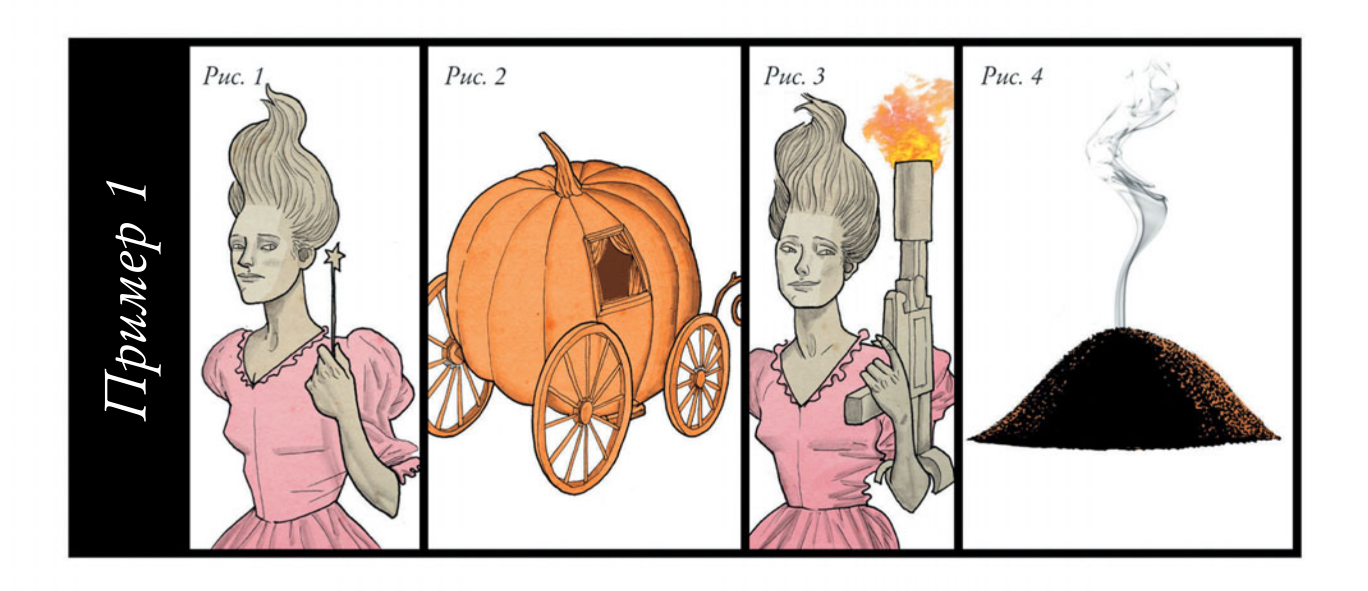


Для науки характерен прямо противоположный подход. Наука живет благодаря своей неспособности (пока) все объяснить и использует ее в качестве стимула, чтобы продолжать задавать вопросы, создавать возможные модели и проверять их — так мы шаг за шагом приближаемся к истине. Если произойдет что-нибудь противоречащее современному пониманию реальности, ученые увидят в этом вызов нынешней модели, после чего откажутся от нее или хотя бы изменят. Путем подобных настроек и последующих тестов мы подбираемся все ближе и ближе к истине.

Что бы ты подумал о детективе, который зашел в тупик при расследовании убийства, но по своей лени не стал даже пробовать разгадать тайну и отнес события к разряду сверхъестественных? Вся история науки показывает, что для явлений, якобы вызванных сверхъестественными силами — богами (злыми или добрыми), демонами, ведьмами, духами, проклятиями и заклинаниями, позже находили естественную причину, проверяли, анализировали и убеждались в ее реальности. Нет никаких оснований верить в сверхъестественное происхождение явлений, которым наука *пока еще* не нашла разумного объяснения, ведь в прошлом люди считали, что вулканы, землетрясения и болезни — дело рук злых богов.

Разумеется, никто не верит в то, что можно превратить лягушку в принца (или принца в лягушку? — никак не могу запомнить) либо тыкву в карету, но задумывались ли вы, *почему* это невозможно? Существует много объяснений, и вот мое любимое.

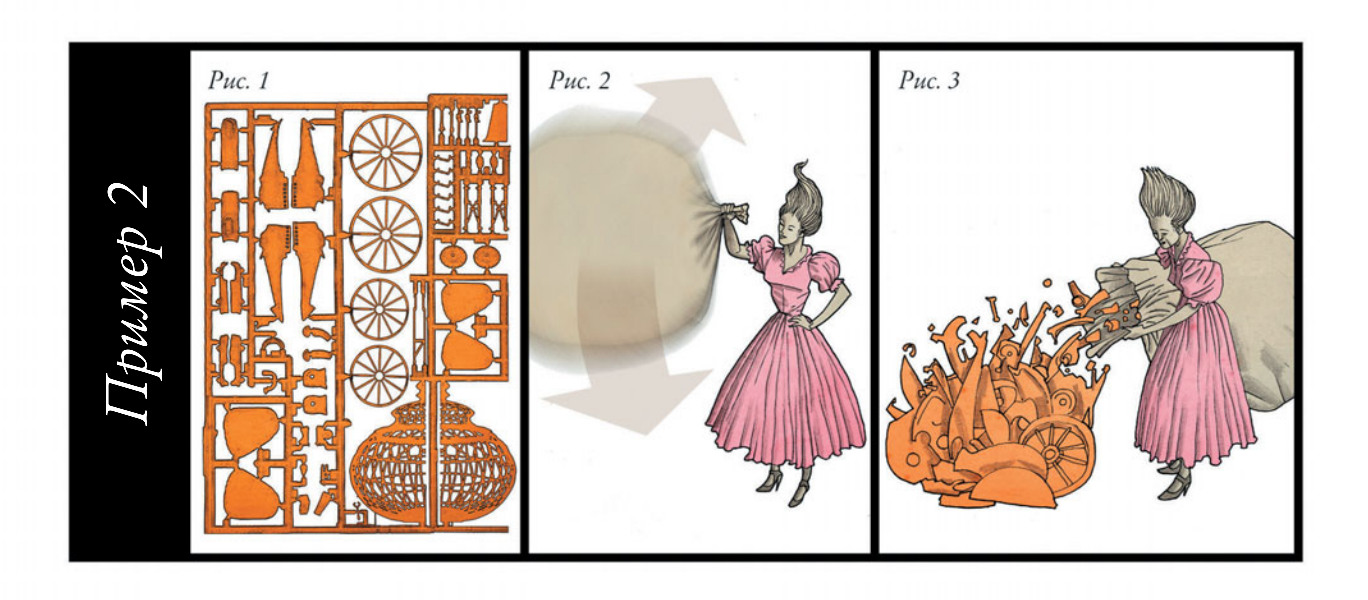
Лягушки и кареты — сложные штуки, со множеством деталей, которые нужно присоединить друг к другу определенным способом, в особом порядке, и его нельзя воссоздать случайно (или по мановению волшебной палочки). Вот что такое "сложный". Очень трудно сделать такую сложную вещь, как лягушка или карета. Чтобы создать карету, нужно правильно собрать детали. Необходимо обладать навыками плотника и прочих ремесленников. Кареты не возникают ненароком или оттого, что вы щелкнете пальцами и скажете "абракадабра". У кареты есть



своя структура со множеством компонентов и рабочих частей: колеса и оси, окна и двери, рессоры и мягкие сиденья. Было бы сравнительно легко превратить такое сложное изделие, как карета, во что-нибудь простое — например в пепел. Для этого фея-крестная обошлась бы огнеметом, встроенным в волшебную палочку. Все что угодно легко превратить в пепел. Но никому не удастся из кучи пепла (или из тыквы) сделать карету, потому что карета слишком сложна, и не только сложна, но и полезна — скажем, для путешествий.

Давай упростим задачу для феи-крестной и предположим, что она послала Золушку не за тыквой, а за всеми *деталями*, необходимыми для сборки кареты, упакованными в коробку, как сборная модель самолета. В коробке окажутся: сотни деревянных досок, стекла, металлические стержни и прутья, набивка и лоскуты кожи, к ним будут прилагаться гвозди, болты и банки с клеем. А теперь представь: вместо того чтобы прочитать инструкцию и соединить детали в определенной последовательности, фея засовывает их в мешок и встряхивает его. Какова вероятность правильного соединения частей друг с другом, чтобы получилась карета? Ответ: разумеется, нулевая. Основная причина — огромное количество *возможных* вариантов того, как можно собрать воедино перемешанные части и не получить при этом работающую карету или вообще что-либо работающее.

Если взять множество деталей и смешать их как попало, у них есть шанс соединиться во что-то полезное или для нас особенное. Но количество способов, которыми можно этого достичь, ничтожно: оно действительно очень мало в сравнении с вариантами, когда детали образуют всего лишь кучу мусора. Существуют миллионы вариантов перемешивания набора деталей, вариантов их превращения в… еще один набор деталей. Каждый раз после перемешивания мы получаем уникальную кучу мусора, какой никто никогда раньше не видел, но лишь малая часть из миллионов попыток приводит к чему-то полезному (что, например, отвезет тебя на бал) или хоть сколько-нибудь примечательному и запоминающемуся.



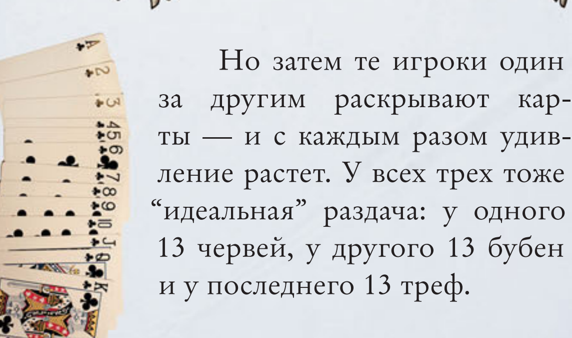
Иногда в наших силах подсчитать точное количество способов, которыми перемешается набор деталей, как в случае колоды карт, где каждая деталь — отдельная карта.



Представь, что сдающий тасует колоду и раздает ее на четверых, так что у каждого в итоге оказывается 13 карт. Я смотрю свои карты и замираю от удивления. У меня на руках 13 пик! Все пики.



Я слишком поражен, чтобы продолжать игру, и показываю свои карты остальным игрокам, зная, что они удивятся не меньше меня.



Но затем те игроки один за другим раскрывают карты — и с каждым разом удивление растет. У всех трех тоже “идеальная” раздача: у одного 13 червей, у другого 13 бубен и у последнего 13 треф.



Неужели это сверхъестественная магия? Пожалуй, такое объяснение первым придет нам в голову. Математики посчитали вероятность подобной замечательной раздачи, произошедшей абсолютно случайно. Она получилась невероятно малой:

1:53 644 737 765 488 792 839 237 440 000.

Вряд ли я смогу прочесть вслух это число! Если бы вы сели играть в карты и играли триллион лет, один раз у вас выпала бы такая идеальная раздача. Но — и в этом суть — такая комбинация настолько же маловероятна, как и *любая другая когда-либо происходившая*! Вероятность любой раздачи 52 карт —

1:53 644 737 765 488 792 839 237 440 000,

потому что это общее количество возможных вариантов. А все оттого, что мы не замечаем ничего особенного в большинстве игр — и они не производят впечатления чего-либо исключительного. Мы замечаем только хоть чем-нибудь примечательные случаи.

Принца можно превратить в миллиард разных предметов, если быть достаточно жестоким, чтобы составить из его "частей" миллиард случайных комбинаций. В большинстве своем эти комбинации будут выглядеть как каша — подобно тем миллиардам бессмысленных случайных карточных раздач. И лишь малая часть комбинаций случайно смешанных "деталей" принца соберется в узнаваемую, пусть и бесполезную, лягушку.

Принцы не превращаются в лягушек, а тыквы — в кареты, потому что лягушки и кареты — сложные объекты, чьи составные части могли бы принять форму куч мусора в бесчисленных вариантах. А еще мы знаем, и это факт, что все живое — люди, крокодилы, дрозды, деревья и даже брюссельская капуста — эволюционировало из других, обычно более простых, форм. А разве это не случайный процесс или магия? Нет! И еще раз нет! Мы имеем дело с достаточно распространенным заблуждением, так что я хочу прямо сейчас объяснить, почему все, что мы видим в реальной жизни, появилось не случайно и вовсе не в результате чего-либо "магического" (разве только в поэтическом смысле, когда что-либо переполняет нас восхищением и радостью).

Замедленная магия эволюции

Превратить один сложный организм в другой одним движением — как в сказке — в реальности невозможно. И тем не менее сложные организмы существуют. Тогда как они появились? Как возникли, например, лягушки и львы, бабуины и баньян, принцы и тыквы, вы и я? На протяжении многих веков этот вопрос ставил людей в тупик, и никто не мог на него ответить. Но решение было найдено, причем блестящее, в XIX веке одним из самых великих ученых, когда-либо живших на земле, — Чарльзом Дарвином. В этой главе я коротко и по-своему изложу его ответ.





Суть его в том, что сложные организмы — люди, крокодилы и брюссельская капуста — не появились внезапно, одним махом, а возникали постепенно, шаг за шагом, причем каждый последующий шаг отличался от предыдущего совсем чуть-чуть. Представь, что ты захотел создать длинноногих лягушек. Можно дать себе фору и начать с того, что уже достаточно близко к желаемому результату — скажем, с коротконогих лягушек. Сначала ты посмотришь на своих коротконогих лягушек и измеришь им задние конечности. Потом выберешь несколько самцов и самок, у которых ноги подлиннее, и оставишь для спаривания, тогда как их коротконогие сородичи размножаться не будут.

Длинноногие самцы и самки произведут на свет икру, которая затем отрастит ноги и станет лягушками. Затем ты измеришь новое поколение, опять выберешь самцов и самок с ногами длиннее среднего и поместишь их отдельно для размножения.

Повторив то же самое на протяжении примерно 10 поколений, ты заметишь нечто интересное. Средняя длина ног у твоей популяции лягушек станет заметно больше, нежели у изначальной группы. Но возможно, 10 поколений будет недостаточно — придется ждать 20-го поколения, а то и дольше. И тогда ты сможешь с гордостью заявить: “Я вывел новый вид лягушек с ногами длиннее, чем у их предков”.

Не потребовалось волшебной палочки. И никакой магии. Наблюдаемый нами процесс называется *селекционным разведением*. Он основывается на том факте, что среди лягушек есть разнообразие и признаки передаются по наследству от родителей к детям с помощью генов. Всего лишь выбирая, каких лягушек спаривать, а каких нет, мы создаем новый вид.



Просто, не правда ли? Но увеличение длины ног не очень впечатляет. К тому же мы начали все с тех же лягушек, только коротконогих. Предположим, ты начнешь не с лягушек, а с чего-то, совсем не похожего на лягушку, скажем с тритона. У тритона ноги гораздо короче лягушачьих (если сравнивать задние конечности), и используются они для ходьбы, а не для прыжков. Помимо этого, у тритонов длинные хвосты, тогда как у лягушек их вообще нет; тритоны в целом длиннее и уже большинства лягушек. Думаю, тебе понятно, что на протяжении многих тысяч поколений можно превратить популяцию тритонов в популяцию лягушек, терпеливо выбирая в каждом из миллионов поколений тех самцов и самок, которые наиболее похожи на лягушек, и оставлять их спариваться, одновременно не позволяя размножаться их менее лягушкоподобным сородичам. Ни на одной из стадий процесса ты не увидишь резких изменений. Каждое последующее поколение будет похоже на предыдущее. Тем не менее с каждым поколением средняя длина хвоста будет меньше, а задние ноги в среднем — длиннее. Спустя огромное число поколений длинноногие короткохвостые особи поймут, что им легче прыгать, чем ходить. И так далее.

Естественно, в вышеописанном сценарии мы представляем себя на месте селекционеров, выбирающих самцов и самок, чтобы их спарить и получить нужный *нам* результат. Тысячи лет фермеры поступали так с домашним скотом и растениями, чтобы те становились менее чувствительными к болезням и так далее, а растения давали наиболее высокий урожай. Дарвин — первый, кто понял, что метод работает и *без селекционера, совершающего отбор*. Дарвин увидел, что все происходит естественно, и вот основной принцип: некоторые осо-

би доживают до спаривания, а другие — нет, и те, кто доживает, достигают этого благодаря более совершенной экипировке. Таким образом дети выживших наследуют гены, которые помогли их родителям выжить. Не важно — тритоны это или лягушки, ежики или одуванчики, всегда одни будут более приспособлены к выживанию, чем другие. Если длинные ноги становятся полезны (для лягушек или кузнечиков, чтобы убегать от опасности, для гепардов, чтобы охотиться за газелями, или для газелей, чтобы спасаться от гепардов), то у особей с более длинными ногами будет меньше шансов погибнуть. Они скорее всего доживут до репродуктивного возраста. И будет больше особей с длинными ногами, способных к размножению. С течением времени мы обнаружим, что все больше особей в популяции обладают длинными ногами. Так что эффект получится таким же, как если бы то же самое проделал разумный создатель вроде селекционера, отбирающего для размножения длинноногих особей, да вот только никакой *создатель тут не требуется*. Все происходит само собой, просто некоторые особи выживают и размножаются, а другие нет. Поэтому такой процесс называется *естественным отбором*.

Через достаточное количество поколений вид, чьи предки были похожи на тритонов, станет похож на лягушек. Еще большее количество поколений необходимо для того, чтобы предки-рыбы дали потомков, похожих на обезьян. Прибавь еще поколений — и предки-бактерии превратятся в людей. Именно так все и произошло. Это касается каждого когда-либо жившего животного и растения. И нам с тобой трудно себе даже представить, сколько поколений на это потребовалось, но нашему миру миллиарды лет, а по окаменелостям мы знаем: жизнь зародилась больше 3,5 миллиарда лет назад, так что для эволюции было достаточно времени. Такова великая идея Дарвина, и она называется *эволюция посредством естественного отбора*. Это одна из важнейших идей, когда-либо приходивших человеку в голову. Она объясняет все, что мы знаем о жизни на Земле. И я буду возвращаться к ней в последующих главах. А сейчас достаточно понять, что эволюция происходит очень медленно и постепенно. По сути,





именно ее плавность позволяет создать такие сложные вещи, как лягушки и принцы. Волшебное превращение лягушки в принца происходит не постепенно, а внезапно, что не позволяет считать такое превращение частью действительности. Эволюция — настоящее объяснение, которое работает в реальности, и тому существует множество реальных доказательств, так что все источники, в которых упоминается внезапное, спонтанное (а не постепенное, шаг за шагом) появление сложных форм жизни, — всего лишь сказки, не серьезнее, чем про фею и волшебную палочку.

Для тыкв и карет действуют те же правила, что и для лягушек и принцев. Кареты не эволюционируют, во всяком случае естественным путем, как лягушки и принцы. Но кареты наряду с самолетами и мотыгами, компьютерами и кремневыми наконечниками стрел сделаны людьми, которые *эволюционировали*. Человеческий мозг и руки эволюционировали с помощью естественного отбора, так же как хвосты у тритонов и ноги у лягушек. По ходу эволюции человеческие мозги придумывали кареты и автомобили, ножницы и симфонии, стиральные машины и наручные часы. И нет тут опять же никакой магии. Никакого трюкачества. Ответ прост и красив.

Дальше в этой книге я хочу тебе показать, что реальный мир, будучи научно осознанным, обладает своей магией — я ее называю поэтической: вдохновляющей своей красотой, еще более волшебной оттого, что она реальна и мы понимаем, как она действует. По сравнению с настоящей красотой и магией реального мира сверхъестественные заклинания и сценические трюки смотрятся дешево и безвкусно. Магия реальности — не трюк и не чудо, она, попросту говоря, чудесна. Чудесна и реальна. Чудесна, *потому что* реальна.





2 Кто был первым



Большинство глав этой книги начинаются с вопроса. Моя задача — ответить на них или по крайней мере дать лучший из возможных ответов — научный. Но мои первые ответы — мифические, потому что они яркие и интересные и многие им верили. Некоторые верят до сих пор.

У всех народов мира есть мифы об их происхождении, повествующие о том, откуда они взялись. Часто мифы рассказывают об отдельно взятом племени, как будто других вовсе не существовало. Похожим образом в разных племенах есть правило: не убивать. Но потом выясняется, что имеются в виду только члены этого племени — других убивать разрешено!

Вот типичный миф о происхождении одной из групп тасманских аборигенов. Бог по имени Мойни был побежден соперником — богом Дромердинером — во время жестокой битвы среди звезд. Мойни упал в Тасманию и приготовился умирать. Перед смертью он решил благословить свое последнее пристанище и сотворил людей. Но он так спешил, зная о скорой смерти, что забыл дать им колени, а помимо этого (без сомнения, занятый больше всего собственным плачевным состоянием) он по рассеянности снабдил их большими хвостами, как у кенгуру, из-за чего люди не могли сидеть. Потом он умер. Люди страдали от отсутствия колен и от хвостов, как у кенгуру, и обратились за помощью к небесам. Всемогущий Дромердинер, все



еще праздновавший победу, услышал их мольбы и спустился в Тасманию посмотреть, в чем дело. Он сжалился над людьми, дал им сгибающиеся колени и обрезал хвосты, чтобы тасманийцы смогли наконец-то сидеть. С тех пор люди были счастливы.

Часто встречаются различные версии одного и того же мифа. Это неудивительно, ведь людям свойственно менять детали историй, рассказанных у костра, поэтому в зависимости от места истории отличаются друг от друга. В иной версии того же тасманского мифа Мойни на небе создал первого человека по имени Парлевар. Парлевар не мог сидеть из-за своего хвоста, как у кенгуру, и негнущихся колен. Как и в предыдущей версии, на помощь пришел Дромердинер. Он дал Парлевару нормальные колени и отрезал хвост, залечив рану глиной. После этого Парлевар сошел на землю по небесной дороге (имеется в виду Млечный Путь).



У иудейских племен на Среднем Востоке был только один бог, которого они считали главнее богов вражеских племен. Он обладал несколькими именами, и ни одно из них нельзя было произносить вслух. Он создал первого человека из праха и дал ему имя Адам (переводится как “человек”). Он сознательно сделал Адама по своему образу и подобию. Кстати, многие боги изображались в виде мужчин (иногда женщин), часто огромных размеров и наделялись сверхъестественными способностями.

Бог поместил Адама в прекрасный сад Эдем, полный деревьев, чьи плоды Адам мог спокойно есть, но с одним исключением. Роковое дерево было “древом познания добра и зла”, и бог строго-настрого запретил Адаму пробовать его плоды.

Потом бог понял, что Адаму одному может быть одиноко, и захотел исправить ситуацию. С этого момента, как в истории о Дромердинере и Мойни, существует две версии мифа, обе можно найти в Библии, в Книге Бытия. В более красочной из них бог создал всех животных в помощь Адаму, потом решил, что чего-то по-прежнему не хватает — женщины! Тогда он под общим наркозом вскрыл Адама, удалил ребро и снова зашил. Из ребра он вырастил женщину, как ты выращиваешь растение из побега. Бог назвал ее Евой и подарил Адаму в качестве жены.

К несчастью, в саду жил коварный змей, который ходил за Евой по пятам и уговаривал ее дать Адаму запретный плод с дерева познания добра и зла. Адам и Ева попробовали плод и внезапно осознали, что они голые. Они устыдились и прикрылись фиговыми листьями. Заметив это, бог рассердился на них



за то, что они съели плод и обрели знание, потеряв невинность, как я предполагаю. Он выгнал Адама и Еву из сада и приговорил пару и всех их потомков к жизни, полной трудностей и страданий. До сих пор многие воспринимают историю чудовищного непослушания Адама и Евы всерьез и называют их проступок *первородным грехом*. Некоторые даже верят, что мы все унаследовали “первородный грех” от Адама (хотя многие из них признают, что Адама не существовало!) и делим с ним его вину.



Скандинавские мореходы, викинги, поклонялись многим богам, как римляне и греки. Главного их бога звали Один, иногда его называли Вотан или Воден, от этого имени идет английское *Wednesday* — “среда”. (Четверг — *Thursday* — обязан своим названием Тору, богу грома, который он вызывает своим могучим молотом.)

Однажды Один гулял по берегу моря с братьями, тоже богами, и они увидели три сухих дерева.

Одно из деревьев они превратили в первого мужчину, которого назвали Аск, другое — в первую женщину и дали ей имя Эмбла. Создав тела первых мужчины и женщины, боги-братья подарили им дыхание жизни, потом сознание, лица и дар речи.

Мне интересно, почему именно деревья? Почему не сосулька или куча песка? Разве не интересно, кто сочинял такие истории и почему? По-видимому, первоначальные авторы мифов понимали, что это их собственная выдумка. Да и ты вряд ли поверишь, что много разных людей создали в разных местах отдельные части истории, а другие потом собрали их вместе, поменяв некоторые детали и даже не подозревая, что имеют дело с вымыслом.

Истории — это весело, и все мы любим их пересказывать. Но когда ты слышишь красивый рассказ, будь он мифом или современной городской легендой, облетевшей весь интернет, ты все равно задумываешься, что тут правда, а что нет. Вот и мы зададимся вопросом: кто был первым человеком? — и поищем на него правильный научный ответ.

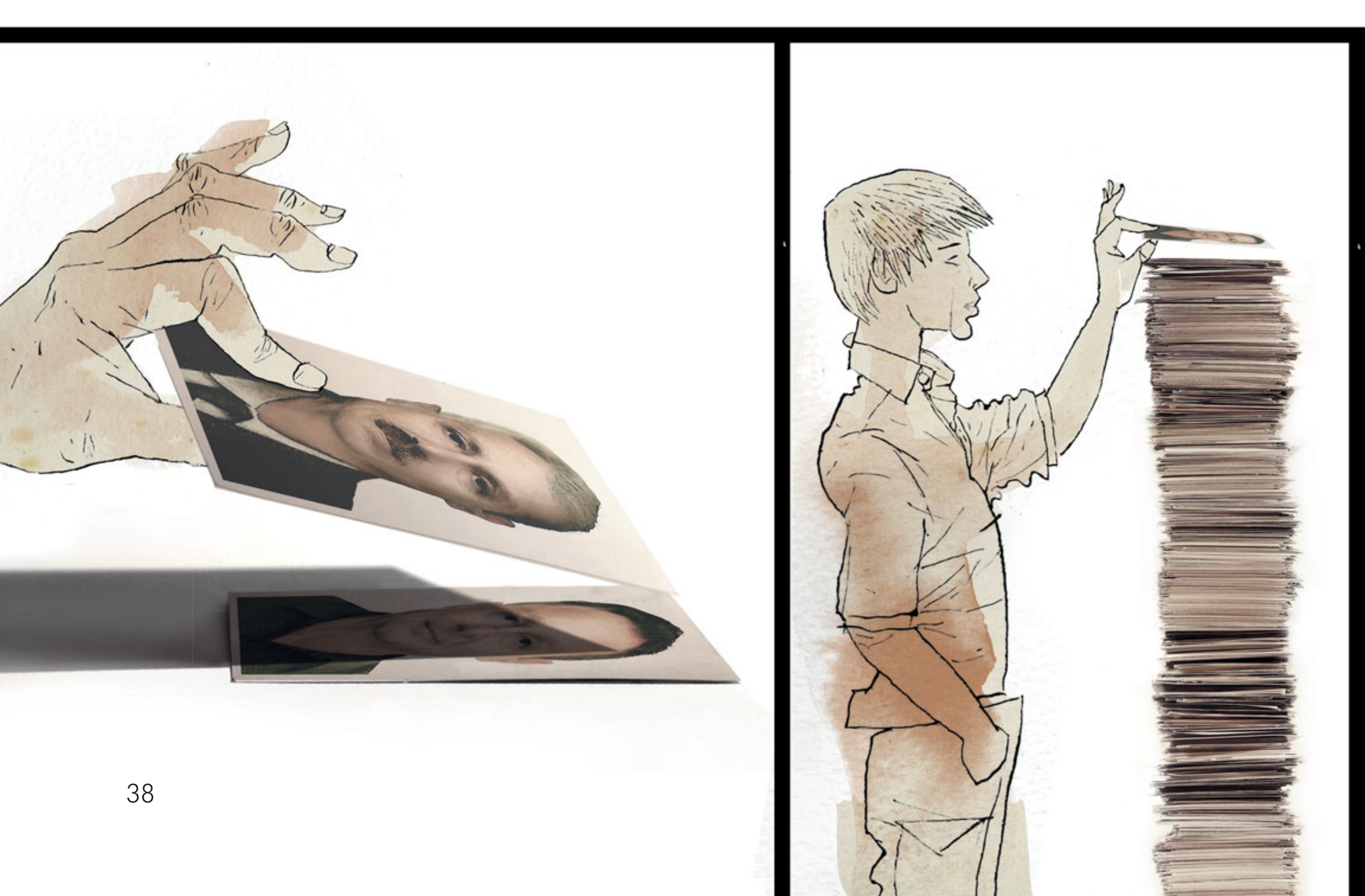


Кто *на самом деле* был первым человеком?

Думаю, ты удивишься, но первого человека никогда не было, потому что у всех должны быть родители, а родители — тоже люди! У кроликов — похожая история. Никогда не было первого кролика, первого крокодила или первой стрекозы. Каждое когда-либо рожденное существо принадлежит к тому же виду, что и его родители (возможно, с небольшим рядом исключений, но я их упоминать не буду). Это значит, что каждое когда-либо рожденное существо относится к тому же виду, что и его бабушка с дедушкой. И прабабушка с прадедушкой. И прапрабабушка с прапрадедушкой. И так было всегда.

Всегда ли? Не все так просто. Тут надо кое-что разъяснить, и я начну с мысленного эксперимента. Мысленный эксперимент мы проведем в своем воображении. Нам придется представить себе нечто невозможное, что отправит нас в далекое-далекое прошлое, задолго до нашего рождения. Но вообразить такое очень полезно. Итак, начнем. Тебе потребуется только представить, что ты следуешь моей инструкции.

Найди свою фотографию. Возьми фото твоего отца и положи сверху. Потом найди портрет его отца, твоего деда. На него положи фото отца твоего деда, то есть твоего прадедушки. Скорее всего, ты никогда не встречал



ни своих прабабушек, ни прадедов. Я своих не видел, но знаю, что один из них был сельским учителем, другой — лесником в Британской Индии, третий работал адвокатом, любил сливки и умер в почтенном возрасте, занимаясь альпинизмом. Даже если ты не знаешь, как выглядел отец отца твоего отца, попробуй представить его как нечеткую фигуру на коричневатой выцветшей фотокарточке в кожаной рамке. Теперь то же самое проделай с изображением его отца, или твоего прапрадеда. Продолжай складывать фотографии в стопку, каждый раз прибавляя одного "пра". Продолжай даже в том случае, если в то время еще не изобрели фотографию, эксперимент-то мысленный.

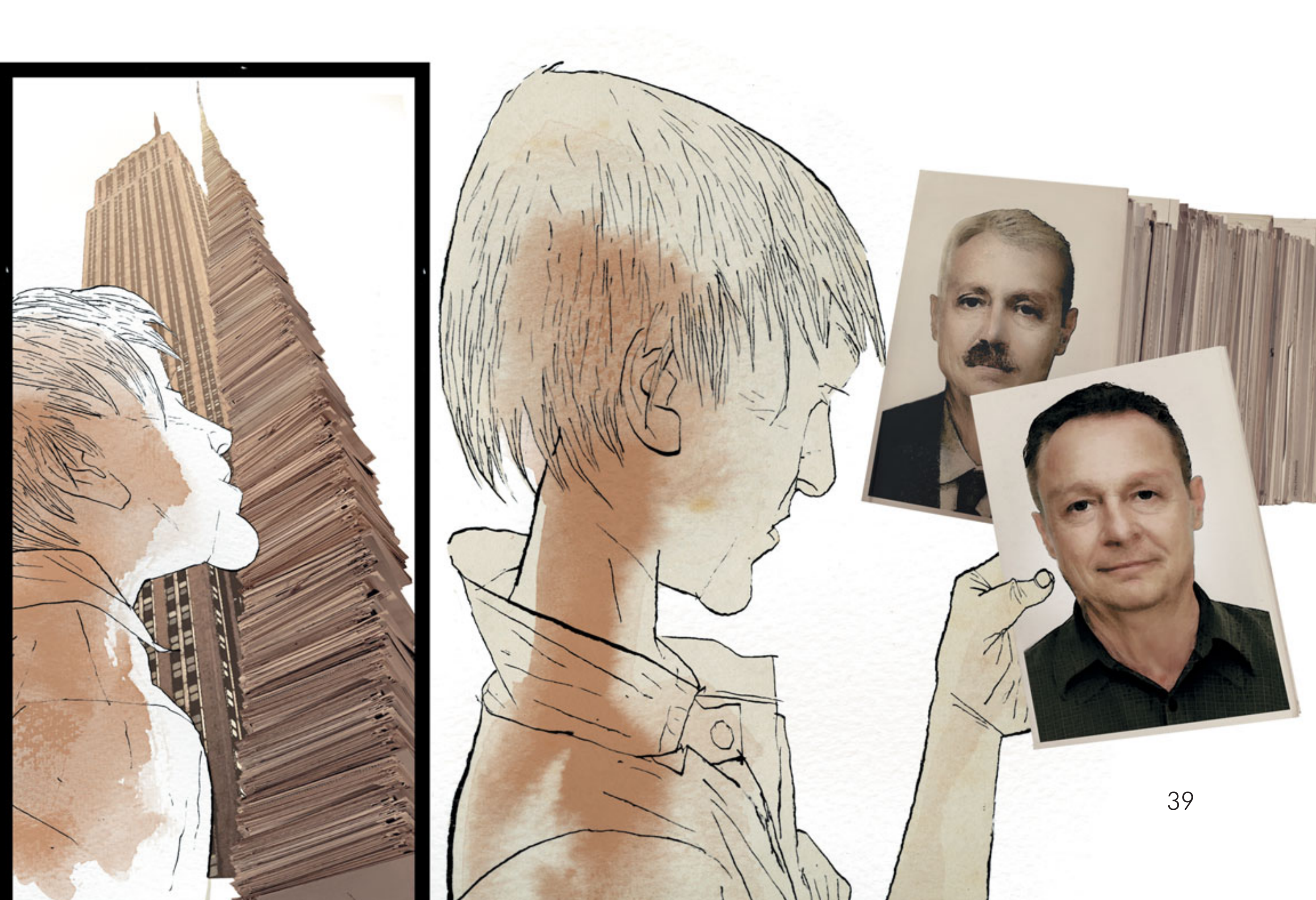
Сколько "пра" нам понадобится для нашего опыта? Всего лишь 185 миллионов будет достаточно. Всего лишь?

ВСЕГО ЛИШЬ?

Сложно представить себе стопку из 185 миллионов фотографий. Насколько она высока? Если все фото напечатать как обычную открытку, то башня из 185 миллионов портретов составит 67 километров в высоту: это выше, чем 180 поставленных друг на друга нью-йоркских небоскребов. На такую не заберешься, даже если она прежде не упадет (а она непременно это сделает). Так что давай положим ее набок, поставив все фотографии на одну книжную полку.

Какова будет длина полки?
По нашим подсчетам — примерно
67 километров.

Ближайшая к тебе фотография — твоя. Самая дальняя от тебя — твоего 185 миллионов раз "пра" дедушки. Как он выглядит? Старик с редкими волосами и седыми висками? Пещерный человек в леопардовой шкуре? Ничего подобного. Мы не знаем, как он в точности выглядел, но окаменелости могут нам помочь. Твой 185 миллионов раз "пра" дед выглядел примерно так.



Правильно. Твой 185 миллионов раз “пра” дедушка был рыбой. Твоя 185 миллионов раз “пра” бабушка — тоже. Иначе они бы не смогли произвести на свет потомства, и тебя бы сейчас здесь не было.

Теперь пройдемся вдоль нашей 67-километровой книжной полки, иногда вытаскивая фотографии. Существо на каждой из них принадлежит к тому же виду, что и на соседних картинках. Каждое похоже на своего соседа, во всяком случае так же, как любой ребенок похож на отца. Тем не менее, если пройтись вдоль всей полки, на одном конце будет человек, а на другом — рыба. И множество интереснейших пра-... прадедов посередине, и среди них мы встретим животных, похожих на человекообразных обезьян, на мартышек, на землероек и так далее. Да, каждое похоже на своего соседа по полке, но, если сравнить две удаленные друг от друга фотографии, то они будут заметно различаться, отойди от человека достаточно далеко — и увидишь рыбу. Как такое возможно?

На самом деле все не так сложно. В жизни мы часто сталкиваемся с постепенными изменениями, которые потихоньку, шаг за шагом, приводят к большим переменам. Когда-то ты был малышом. Теперь — нет. Через много лет ты будешь выглядеть совсем по-другому. При этом каждое утро ты просыпаешься таким же, каким лег в кровать накануне. Грудной младенец вырастает в ребенка, потом — в подростка, дальше — во взрослого, превращается в человека средних лет и, наконец, в старика. Изменения происходят так медленно, что нельзя сказать в какой-то определенный день: “Сегодня он уже не грудничок, он — ребенок”. И никто никогда не скажет: “Этот ребенок сегодня стал подростком”. И ты не заметишь, что какой-либо человек средних лет сегодня вдруг стал пожилым.

Эти примеры помогут тебе понять суть нашего мысленного эксперимента, перенесшего нас назад во времени на 185 миллионов поколений родственников и познакомившего с предком-рыбой. Если посмотреть с другой стороны, тот же процесс позволил рыбе, у которой дети тоже были рыбами, через



185 миллионов все менее рыбоподобных поколений превратиться в тебя.

Все произошло постепенно, так медленно, что мы бы не заметили никаких изменений, заглянув на тысячу лет назад или даже на десять тысяч лет назад, когда жил твой примерно 400 раз "пра" дедушка. Скорее, конечно, ты заметишь множество новых деталей на каждой следующей фотографии, ведь никто не является точной копией своего отца. Но все равно никакой тенденции выявить не получится. Десяти тысяч лет недостаточно, чтобы ее уловить. Внешним видом твой предок, живший десять тысяч лет назад, не будет отличаться от современного человека, если не обращать внимания на одежду, прическу и растительность на лице. Он будет отличаться от нас не сильнее любого современного человека.

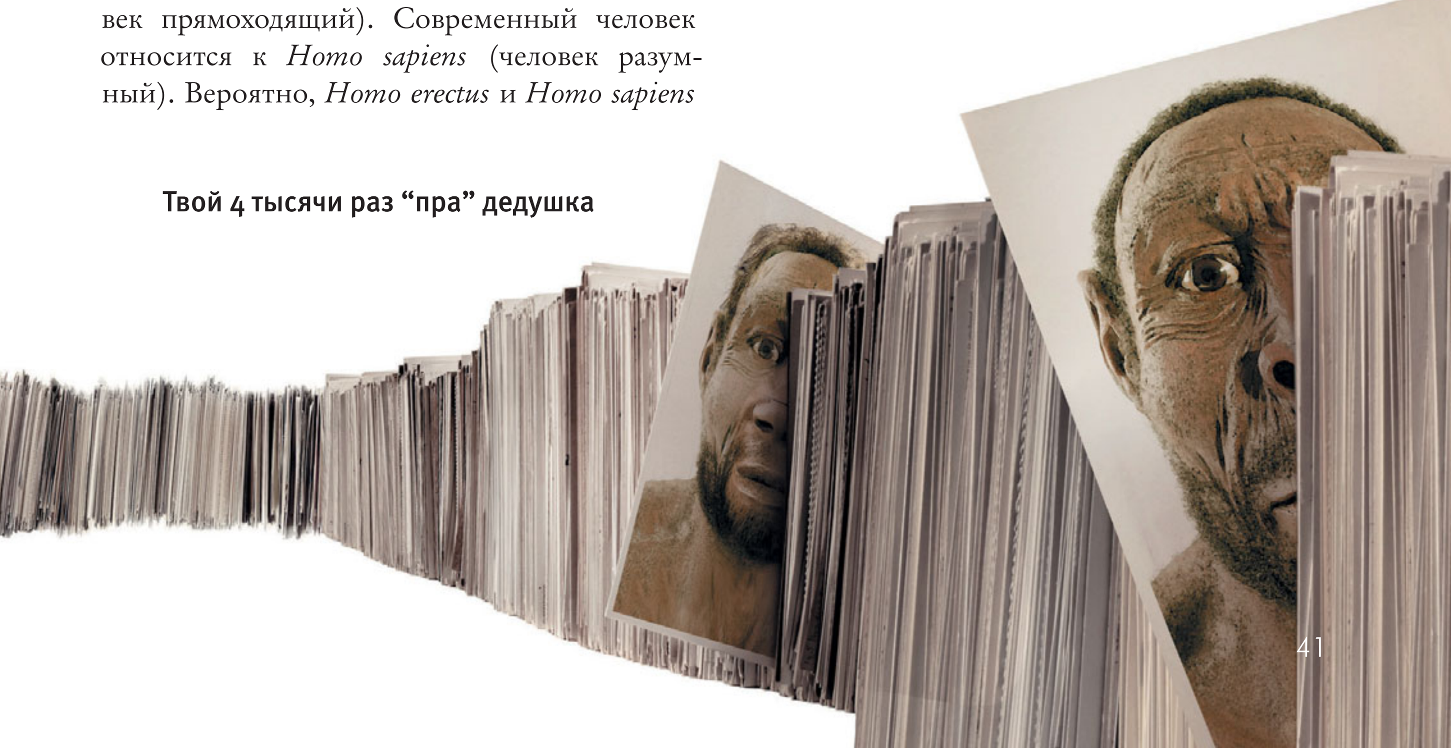
Что же было 100 тысяч лет назад, когда жил твой 4 тысячи раз "пра" дед? Тут небольшие отличия найдутся. Пожалуй, ты заметишь разницу. Надбровные дуги точно будут толще. Давай прогуляемся еще дальше во времени. После первого миллиона лет прогулки вдоль полки ты встретишь изображение твоего 50 тысяч раз "пра" деда, и он будет отличатся настолько, чтобы принадлежать к другому виду — *Homo erectus* (человек прямоходящий). Современный человек относится к *Homo sapiens* (человек разумный). Вероятно, *Homo erectus* и *Homo sapiens* не смогли бы иметь общих детей, а если бы и смогли, то их потомство скорее всего было бы бесплодным — так же и у мулов, детей от отца-осла и матери-лошади, почти никогда не бывает потомства (в следующей главе мы поймем почему).

Опять же все происходило постепенно. Ты — *Homo sapiens*, а твой 50 тысяч раз "пра" дедушка — *Homo erectus.* При этом ни один *Homo sapiens* не был сыном *Homo erectus*.

Таким образом, на вопрос "кто был первым человеком и когда он жил?" нет определенного ответа. Он такой же расплывчатый, как ответ на вопрос "когда ты из младенца превратился в ребенка?". В какой-то момент, возможно, меньше миллиона лет назад, но больше сотни тысяч лет назад, наши предки настолько отличались от нас, что не смогли бы произвести потомство с современным человеком, если бы они встретились.

Следует ли нам называть *Homo erectus* человеком — другой вопрос.

Вопрос в том, какое значение мы придаем этому слову, то есть это вопрос семантический. Вот еще один пример семантического вопроса: кому-то хочется называть зебру по-



Твой 50 тысяч раз "пра" дедушка

Твой 4 тысячи раз "пра" дедушка



лосатой лошадью, другие оставляют слово “лошадь” для животных, используемых человеком для верховой езды. Может быть, тебе хотелось бы закрепить слова “личность”, “мужчина” и “женщина” за *Homo sapiens.* Решать тебе. В то же время никому не придет в голову назвать твоего рыбоподобного 185 миллионов раз “пра” дедушку человеком. Это будет попросту глупо, хоть вас связывает непрерывная цепь, в которой каждое звено принадлежит к тому же виду, что и два соседних.

Окаменевшие

Теперь давай разберемся, откуда мы знаем, как выглядели и когда жили наши далекие предки. В основном благодаря окаменелостям. Все изображения наших предков в этой главе реконструированы по окаменелым останкам, а окрашены по аналогии с современными животными.

Окаменелости состоят из камня, принявшего форму умершего животного или растения. У большинства умерших животных не было шанса превратиться в окаменелость. Для этого необходимо, чтобы тело попало в особую грязь или соль, способную образовать осадочную породу.

Что это значит? Камни бывают трех пород: магматические, осадочные и метаморфические. Последние я рассматривать не буду, они изначально относились к одному из двух других типов, а потом

были преобразованы под воздействием давления и/или температуры. Магматические породы (от древнегреческого “магма” — месиво, густая грязь) когда-то были расплавлены, как раскаленная лава, вытекающая из извергающихся вулканов, после чего, охлаждаясь, застывали в камень. Любые камни под действием воды и ветра измельчаются до булыжников, гальки, песка и пыли. Песок и пыль смываются водой, а потом оседают слоями на дне моря, озера или реки. Через много времени слои могут сформировать *страты осадочных пород*. Хотя изначально страты плоские и располагаются горизонтально, с течением времени они наклоняются, переворачиваются и изламываются, а мы ведь видим их через миллионы лет после возникновения (более подробно этот процесс описан в 10-й главе).

Теперь представь, что мертвое животное погрузилось в грязь, допустим, где-нибудь в устье реки. Если грязь потом затвердеет в осадочную породу, тело животного разложится, оставив след, повторяющий его форму, который мы обычно и находим. Это одна из разновидностей окаменелостей — подобие “негатива” животного. Или пустотелый отпечаток служит формой, в которую набирается новый осадок — позже он застынет в копию внешней формы животного. Это второй вид окаменелостей. Есть еще третий способ образования окаменелостей, при котором атомы и молекулы тела животного замещаются один за другим атомами и молекулами минералов, растворенных в воде, после чего они кристаллизуются в камень. Это самый удачный вариант, потому что даже мельчайшие детали строения тела воспроизведены в такой окаменелости.

Нельзя точно определить возраст окаменелостей. Основной способ отнести их к той или иной эпохе — измерить в них радиоактивные изотопы. Что такое изотопы и атомы, мы поймем в 4-й главе. Коротко говоря, радиоактивный изотоп — это атом, образующий при распаде другой атом. Например, уран-238 распадается до свинца-206. Мы знаем, как долго это происходит, поэтому можем использовать изотопы как радиоактивные часы. Радиоактивные часы схожи с водяными и свечными часами, придуманными задолго до появления часов с маятником. Сосуд с водой и с отверстием снизу становится пустым равномерно и с известной нам скоростью. Если его наполнить на рассвете, то можно сказать, какая часть дня прошла, измерив уровень воды. То же и со свечными часами. Свеча горит равномерно, и легко определить, сколько времени она горит, измерив длину огарка. В случае часов с ураном-238 мы знаем, что для распада половины урана-238 до свинца-206 требуется 4,5 миллиарда лет. Это так называемый *период полураспада* урана-238. Таким образом, измерив количество свинца-206 в камне и сравнив его с количеством урана-238, можно посчитать, сколько он существует с тех пор, когда не было свинца-206, только уран-238. Другими словами, сколько прошло времени с момента “обнуления” часов.

И когда же их обнулили? Так происходит только с магматическими породами, чьи часы были обнулены в момент их превращения из расплавленной магмы в камень. С осадочными породами такой принцип не работает, у них не было “точки отсчета”, и это прискорбно, ведь окаменелости могут быть

найдены только в осадочных породах. Таким образом, нам приходится использовать в качестве часов ближайшие к нашей находке магматические породы. Например, если окаменелость найдена в осадочном слое под магматическим слоем, которому 120 миллионов лет, и над слоем, возникшим 130 миллионов лет назад, то мы относим эту окаменелость к периоду от 120 до 130 миллионов лет назад. Именно так определены все временные промежутки, упомянутые мной в этой главе. Все даты даны приблизительно, не воспринимай их буквально.

В качестве радиоактивных часов мы можем использовать не только уран-238. Есть и множество других изотопов с самыми разными периодами полураспада. Например, у углерода-14 период полураспада всего 5 730 лет, поэтому его используют археологи при изучении истории человека. Примечательно, что у многих радиоактивных часов шкалы накладываются друг на друга, и мы можем проверять показания одних по другим, удостоверяясь, что они совпадают.

Часы углерода-14 работают по другому принципу, нежели остальные. По ним определяют возраст не магматических пород, а самих остатков живых организмов, например старой древесины. Эти часы — одни из самых быстрых, но тем не менее 5 730 лет — срок гораздо больше человеческой жизни. Теперь у тебя наверняка возник вопрос: как же мы узнаем время полураспада углерода-14, не говоря уже об уране-238? Ответ прост. Нам



не надо ждать распада половины атомов. Мы можем посчитать скорость распада небольшой части атомов и потом вычислить время распада половины (четверти, одной сотой) всех атомов.

Прокатимся в прошлое

Давай проделаем еще один мысленный эксперимент. Собери компанию и сядьте в машину времени. Заведи двигатель и отправься на 10 тысяч лет назад. Открой дверь и взгляни на людей вокруг. Если ты попадешь в то место, где находится современный Ирак, то там как раз будут изобретать сельское хозяйство. В большинстве других мест ты встретишь только охотников-собирателей, которые передвигались с места на место, охотились на диких животных и собирали дикие ягоды, орехи и коренья. Ты не поймешь их речи, и они будут носить совсем другую одежду (если вообще будут что-либо носить). Тем не менее, если их одеть по-современному и подстричь, то они не будут отличаться от нынешних людей больше, чем мы отличаемся друг от друга. А еще они будут способны создать потомство с любым из тех, кто сидит в твоей машине времени.

Теперь выбери из местных жителей одного добровольца (возможно, своего 400 раз “пра” дедушку, потому что он жил примерно в ту эпоху) и отправьтесь с ним во времени еще на 10 тысяч лет назад. Там, 20 тысяч лет на-



зад, у тебя есть шанс встретить своего 800 раз "пра" дедушку. Все люди окажутся охотниками-собирателями, и опять же они спокойно смогут вступить в половые отношения с современными людьми и произвести на свет потомство, способное к размножению. Возьми одного из тех людей к себе в машину и отправься назад еще на 10 тысяч лет. Продолжай в том же духе, делая скачки по 10 тысяч лет, каждый раз забирай с собой в прошлое нового пассажира.

Смысл эксперимента заключается в том, что после большого количества таких скачков, углубившись в прошлое на миллион лет, ты заметишь: люди, которых ты встречаешь, сильно отличаются от нас и не могут создать потомства с твоими первыми пассажирами, но могут создать его с теми, кто присоединился к тебе в конце путешествия.

Я хочу заострить внимание на том же, на чем и раньше, — на незаметном и постепенном, как ход часовой стрелки, изменении, но используя другой мысленный эксперимент. Времени на него мне не жалко, ведь суть его очень важно понять, а это не всем удается.

Давай подведем итоги нашему путешествию в прошлое и посмотрим на некоторые из остановок по пути к прекрасному предку-рыбе. Мы как раз подъехали к станции "6 миллионов лет назад". Что мы видим? Если мы попали в Африку, то найдем нашего 250 тысяч раз "пра" дедушку (плюс-минус несколько поколений). Это будут человекообразные обезьяны, немного похожие на шимпанзе. Но не шимпанзе. Возможно — наш общий предок. Они не смогут дать потомства ни с шимпанзе, ни с нами, настолько они



Твой 250 тысяч раз "пра" дедушка (6 миллионов лет назад)

другие. Зато они способны вступить в половые отношения с теми, кого мы подобрали на станции “5 990 000 лет назад”. Возможно, еще и на станции “5 900 000 лет назад”. Но вряд ли с теми, кого мы забрали на остановке “4 миллиона лет назад”.

Теперь подытожим наши скачки по 10 тысяч лет вплоть до станции “25 миллионов лет назад”. Там мы найдем по приблизительным оценкам твоего (и моего) полтора миллиона раз “пра” дедушку. Он не человекообразная обезьяна, потому что у него есть хвост. Сегодня мы бы его назвали мартышкой, хотя он настолько же близок к современным мартышкам, насколько мартышки близки к нам. Да, он очень сильно от нас отличается и не способен дать потомство ни с нами, ни с современными мартышками, но сможет сделать это со всеми пассажирами, присоединившимися к нам на станции “24 990 000 лет назад”. Изменение по-прежнему плавное, постепенное.

Путешествуя все дальше и дальше в прошлое скачками по 10 тысяч лет, на каждой следующей остановке мы не найдем разительных изменений. Давай посмотрим, кто встретит нас на остановке “63 миллиона лет назад”. Там мы сможем пожать руку (или лапу?) нашему 7 миллионов раз “пра” дедушке. Он похож на галаго, или на лемура, ведь современ-

Твой 7 миллионов раз “пра” дедушка (63 миллиона лет назад)



Твой полтора миллиона раз “пра” дедушка (25 миллионов лет назад)

Твой 45 миллионов раз “пра” дедушка (105 миллионов лет назад)



ные их представители — на самом деле его потомки. Помимо этого, он является предком современных мартышек, человекообразных обезьян, а в том числе и нашим. Он одинаково близок к современным людям, мартышкам, лемурам и галаго. Ни с одним животным наших дней он не смог бы дать потомства, а вот с пассажирами с остановки “62 990 000 лет назад” — запросто. Давай пригласим его на борт нашей машины и двинемся дальше.

На станции “105 миллионов лет назад” мы повстречаем нашего 45 миллионов раз “пра” дедушку. Помимо прочего, он является предком всех современных млекопитающих, кроме сумчатых (они живут в основном в Австралии, несколько видов — в Америке) и однопроходных (утконосов и ехидн, обитающих только в Австралии и Новой Гвинее). На картинке он изображен со своей любимой едой во рту — каким-то насекомым. Он одинаково близок ко всем современным млекопитающим, хотя и похож на одних больше, чем на других.

На остановке “310 миллионов лет назад” мы увидим нашу 170 миллионов раз “пра” бабушку. Она — общий предок всех современных млекопитающих, рептилий (змей, ящериц, черепах,

крокодилов) и всех динозавров (в том числе и птиц, ведь птицы произошли от динозавров). Она одинаково далека от всех современных животных, хоть и похожа больше на ящерицу. Это значит, что ящерицы изменились с того времени меньше, чем, скажем, млекопитающие.

Скоро мы, начинающие путешественники во времени, встретим вышеупомянутую рыбу. Давай перед этим задержимся еще на одной станции — "340 миллионов лет назад" — и познакомимся со своим 175 миллионов раз "пра" дедушкой. Он немного похож на тритона, и его потомками стали все современные амфибии (тритоны и лягушки), а также все остальные наземные позвоночные.

Твой 175 миллионов раз "пра" дедушка (340 миллионов лет назад)

Твоя 170 миллионов раз "пра" бабушка (310 миллионов лет назад)

И вот наконец мы прибыли на станцию “417 миллионов лет назад” к твоему 185 миллионов раз “пра” дедушке, рыбе со страницы 40. Отсюда мы могли бы двинуться дальше, встречая все более древних прадедов — рыб, потом бесчелюстных рыб, потом… потом наше знание теряется в некотором тумане неопределенности, и к этому моменту у нас заканчиваются окаменелости.

ДНК говорит, что все мы братья

Хоть нам и не хватает окаменелостей, чтобы выяснить, как именно выглядели наши предки, мы не сомневаемся в том, что все живые существа — родственники не только нам, но и друг другу. Помимо этого, мы знаем, кто кому близкий родственник (человек и шимпанзе, крысы и мыши), а кто кому — дальний (человек и кукушка, мышь и аллигатор). Откуда мы это знаем? Систематически сравнивая их. На нынешний день самое мощное доказательство — сравнение ДНК.

В ДНК хранится генетическая информация, необходимая каждой клетке живого организма. Информация считывается с каждой молекулы ДНК отдельными массивами, свернутыми в спирали и напоминающими бобины с магнитной пленкой, которые вставляли в старинные компьютеры. Каждая такая бобина называется хромосомой. Информация записана на них в дискретном формате в виде линейной последовательности. Каждая хромосома представляет из себя строку символов кода, следующих один за другим. В строке нет пропусков — в каждой позиции стоит определенных символ, поэтому я говорю, что формат записи дискретный и ДНК может быть “считана”.

Все гены в любом животном, растении и бактерии, которые мы когда-либо видели, несут закодированные сообщения о строении организма, написанные обычными буквами. В отличие от 33 букв русского алфавита, тут в нашем распоряжении только четыре — А, Т, Г, Ц. Многие гены встречаются у различных животных с небольшими ключевыми отличиями. Например, есть ген FoxP2, он есть у всех млекопитающих и еще у некоторых животных. Ген — это последовательность из более чем 2 тысяч букв. Внизу этой страницы ты видишь строчку из 80 букв, взятую где-то из середины FoxP2, с 831 по 910 букву. Верхний ряд принадлежит человеку, средний — шимпанзе, нижний — мыши. Цифры в конце двух нижних строчек показывают, сколько букв во всем гене отличаются от человеческого.

Можно сказать, что FoxP2 одинаков у всех млекопитающих, потому что большая часть букв те же. Так и есть на протяжении всего гена, а не толь-

Человек ЦТЦЦААЦАЦТТЦЦАААГЦАТЦАЦЦАЦЦААТАА

Шимпанзе ЦТЦЦАЦЦАЦТТЦЦАААГЦГТЦАЦЦАЦЦААТАА

Мышь ЦТЦЦАЦЦАЦГТЦЦАААГЦАТЦАЦЦАЦЦЦАТЦА

ко на нашем участке в 80 букв. Не все буквы у шимпанзе такие же, как у нас, еще больше различий у мышиного варианта. Различия выделены красным цветом. Из 2076 букв гена FoxP2 у шимпанзе с нами совпадают все буквы, кроме девяти, у мыши отличаются 139 букв. Та же тенденция наблюдается и в других генах. Это объясняет, почему шимпанзе больше на нас похожи, чем мыши.

Шимпанзе — наши близкие родственники, мыши — более далекие. “Далекие родственники” означает, что наши общие предки жили очень давно. Мартышки ближе к нам, чем мыши, но дальше, чем шимпанзе. И бабуины и макаки-резусы относятся к мартышкам и являются друг другу близкими родственниками, а их гены FoxP2 почти одинаковы. Они настолько же удалены от шимпанзе, насколько шимпанзе от нас, а количество отличающихся букв в гене у бабуина и шимпанзе (24 буквы) почти такое же, как у нас и шимпанзе (23 буквы). Все сходится.

Напоследок скажу, что лягушки — гораздо более дальние родственники для всех млекопитающих. У всех млекопитающих примерно одинаковое количество буквенных различий с лягушкой, потому что все они состоят в одной и той же степени родства друг с другом — их общий предок существовал много позже (примерно 180 миллионов лет назад), чем общий предок с лягушками (примерно 340 миллионов лет назад).

Естественно, не все люди одинаковы, бабуины и мыши — тоже. Что будет, если сравнить твои гены с моими, буква за буквой? Окажется, что у нас с тобой больше одинаковых букв, чем у тебя или у меня с шимпанзе. Тем не менее различия найдутся. Их не так много, и не только в гене FoxP2. Если сосчитать количество совпадений у всех людей, то их обнаружится больше, чем у кого-либо из нас с шимпанзе. У тебя и твоего двоюродного брата больше общих букв, чем у нас с тобой. Еще больше их у тебя с твоими родителями и с братьями и сестрами (если они есть). Получается, что ты можешь выяснить близость родства между двумя людьми, просто посчитав количество совпадающих букв ДНК. Было бы интересно попробовать. Думаю, в ближайшем будущем мы еще услышим о таком методе. Например, полиция сумеет отследить кого-нибудь по “отпечаткам” ДНК его брата.

Некоторые гены практически не различаются у всех млекопитающих. Сосчитав несовпадающие буквы в таких генах, можно определить, насколько один вид близок к другому. Другие гены позволяют обнаружить более дальнее родство, например между позвоночными и червями. Есть гены, по которым находят родство внутри вида, например между тобой и мной. Если ты из Англии, то наш ближайший общий предок жил всего несколько веков назад. Если ты коренной житель Тасмании или Северной Америки, то общего предка мы найдем только несколько десятков тысяч лет назад. Если же ты бушмен из пустыни Калахари, то придется поискать еще раньше.

Но не вызывает сомнений следующее: у нас один общий предок со всеми видами животных и растений на планете. А известно нам это потому, что у всех живых существ,

ЦТЦАТЦАТТЦЦАТАГТГААТГГАЦАГТЦТТЦАГТТЦТААГТГЦААГАЦ

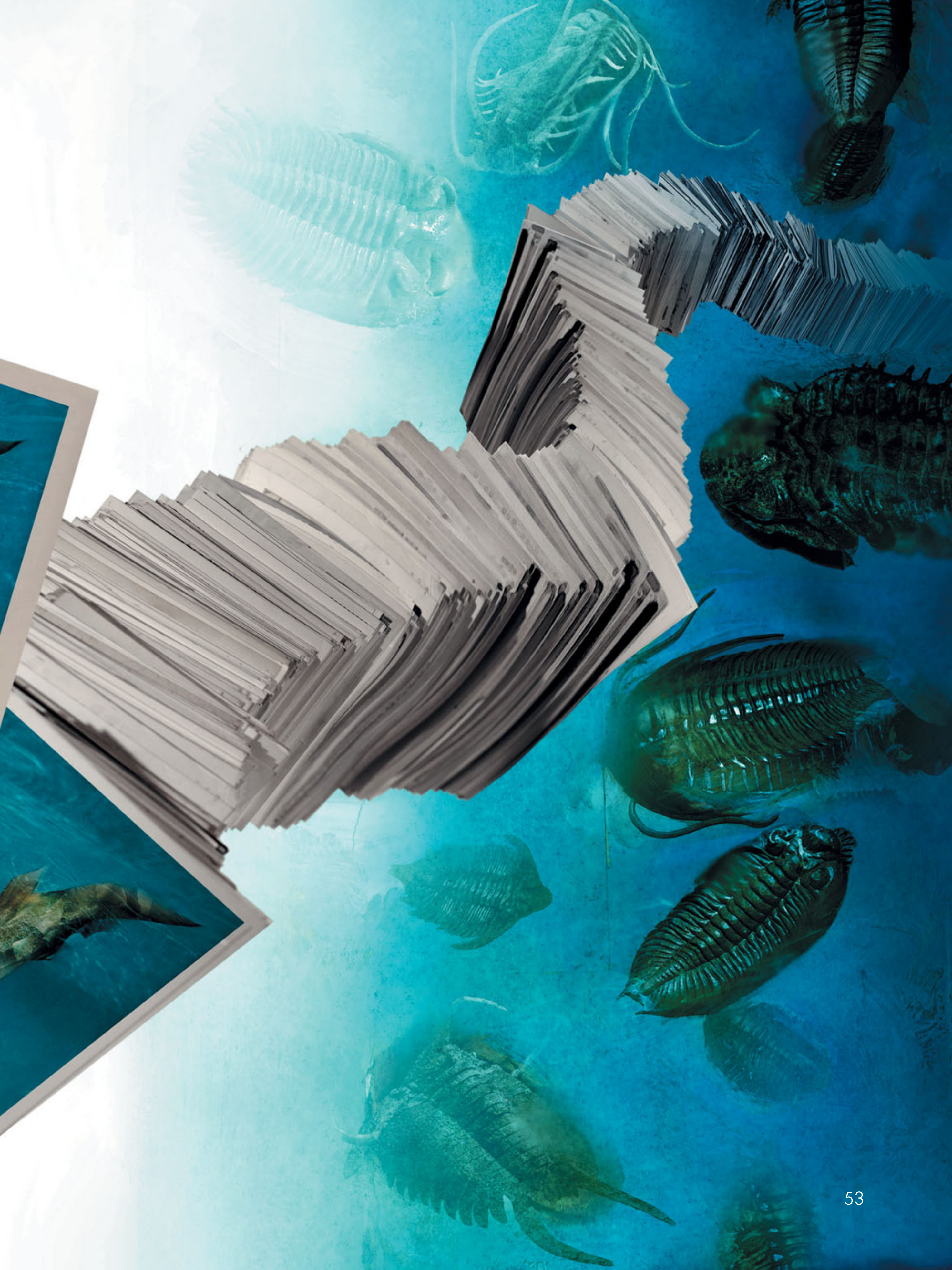
ЦТЦАТЦАТТЦЦАТЦГТГААТГГАЦАГТЦТТЦАГТТЦТАААТГЦААГАЦ **9**

ЦАЦАТЦАТТЦЦАТАГТГААЦГГАЦАГТЦТТЦАГТТЦТГААТГЦААГГЦ **139**

включая животных, растения и бактерий, опознается некоторое число одинаковых генов. Но главное, сам по себе генетический код — это словарь, с помощью которого все гены переводятся — одинаково для всех живых существ, когда-либо изученных.

Все мы родственники. Твое родословное дерево включает не только очевидных родственников, таких как шимпанзе и хвостатые обьяны, но и мышей, буйволов, игуан, валлаби, улиток, одуванчики, беркутов, китов, вомбатов, грибы и бактерий. Да, все они твои родственники. Все без исключения. И разве сама подобная мысль не чудеснее любого мифа? Хотя чудеснее всего то, что мы наверняка знаем: это истинная правда.

Твой 185 000 000 раз “пра” дедушка (417 миллионов лет назад)





3 Почему так много

Множество мифов рассказывают, почему те или иные животные такие, какие они есть, — в них “объясняется”, почему леопарды пятнистые или откуда у кроликов белые хвосты. Но оказалось, что не так много мифов повествуют об огромном изобилии видов животных. Я не нашел ничего более подходящего, чем иудейская легенда о Вавилонской башне, разъясняющая, как возникло все разнообразие языков. Давным-давно люди во всем мире говорили на одном языке. Таким образом они слаженно работали вместе и в какой-то момент задумали построить башню до самого неба. Бог неодобрительно отнесся к этой затее. Что ждать от них дальше, если они и впредь будут вместе трудиться, понимая друг друга? Тогда он решил “спутать”

Разных видов животных?

их языки так, “чтобы один не понимал речи другого”. Миф утверждает, что поэтому в мире столько разных языков и один народ или племя воспринимает речь другого как невнятицу.

Я надеялся найти подобный миф о разнообразии животных, потому что есть некоторые сходства между эволюцией языков и животных, о чем разговор пойдет у нас позже. Но похоже, что нет мифа о появлении огромного количества разных видов зверей. Это удивительно, потому что есть непрямое доказательство тому, что некоторые племена прекрасно знают о великом разнообразии животного мира. В 1920-х годах известный немецкий ученый Эрнст Майр первым описал птиц новогвинейского высокогорья. Он составил список из 137 видов, после чего с удивлением обнаружил, что у местного населения есть свои названия для 136 из них.

Вернемся к мифам. У племени хопи в Северной Америке была богиня по имени Женщина-Паук. В мифе о происхождении мира она вместе с богом солнца Тава спела дуэтом Первую Магическую Песню. Песня пробудила Зем-



лю к жизни. После этого Женщина-Паук из нити мысли Тава сплела рыб, птиц и других животных.

У североамериканских племен пуэбло и навахо есть миф, в котором присутствует подобие идеи эволюции: жизнь произрастает из земли, словно ветвистое дерево, последовательно проходя определенные стадии. Насекомые выползали из своего Первого, или Красного, мира во Второй, Синий, мир, где жили птицы. Когда Синий мир переполнялся, птицы и насекомые перелетали в Третий, или Желтый, мир, населяемый людьми и другими млекопитающими. Желтый мир переполнился в свою очередь, еды на всех не хватало, и тогда насекомые, птицы и все остальные перешли в Черно-Белый мир дня и ночи. В нем боги уже создали более разумных людей, умевших вести хозяйство. Те передали свои знания новичкам.

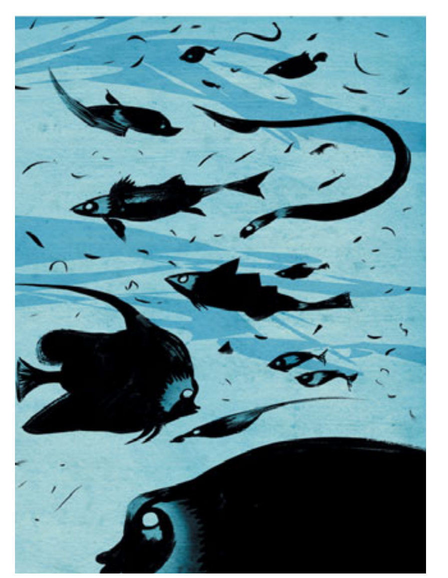
Иудейский миф о сотворении мира ближе подходит к вопросу о разнообразии, но не пытается на него ответить. На са-



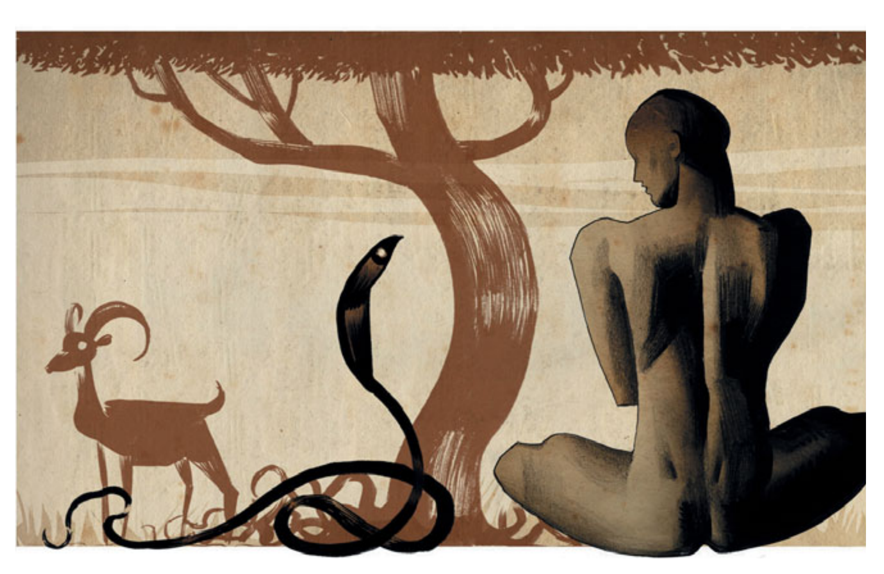


мом деле в Священном Писании есть две версии мифа, как я уже говорил в предыдущей главе. В первой версии бог создал все за шесть дней. На пятый день он создал рыб, китов, всех морских существ и птиц. На шестой день — всех наземных животных, а также человека. В мифе некоторое внимание уделяется количеству и разнообразию живых существ. Вот пример: “И сотворил Бог рыб больших и всякую душу животных пресмыкающихся, которых произвела вода, по роду их, и всякую птицу пернатую по роду ее”. А еще создал “зверей земных по роду их, и скот по роду его, и всех гадов земных по роду их”. Откуда такое разнообразие? Не сказано.

Из второй версии мифа можно понять, что бог просто создал компанию для человека. Адам, первый человек, был сотворен отдельно и помещен в прекрасный сад. Но потом бог понял, что “нехорошо быть человеку одному”, и тогда “образовал из земли всех животных полевых и всех птиц небесных, и привел к человеку, чтобы видеть, как он назовет их”.







Почему на самом деле так много разных животных



Задача Адама назвать всех животных была непростой — гораздо сложнее, чем древние иудеи могли себе вообразить. Всего видов животных на Земле — около двух миллионов, и это только те, кому дали научное название.

Как же мы решаем, отнести тех или иных животных к одному или к разным видам? Если они размножаются половым путем, то определение простое. К разным видам принадлежат те существа, которые не могут дать общего потомства. Есть исключения — например, лошади и ослы вместе производят на свет мулов, но мулы всегда бесплодны. Тем не менее мы относим лошадей и ослов к разным видам. Более очевидный пример — лошади и собаки, они даже не пытаются спариться, а если и попытались бы, то не произвели бы никакого потомства, даже бесплодного. А спаниели и пудели относятся к одному виду, потому что без проблем спариваются, и их щенки в дальнейшем тоже могут дать потомство.

Научное название любого животного или растения состоит из двух латинских слов, обычно написанных курсивом. Первое слово указывает на “род” — группу видов, а второе — на отдельный вид внутри рода. Вот пара примеров: *Homo sapiens* (“человек разумный”) и *Elephas maximus* (“огромный слон”). Каждый вид принадлежит какому-нибудь роду. *Homo* — род. *Elephas* — тоже. Лев — это *Panthera leo*, и к роду *Panthera* относятся *Panthera tigris* (тигр), *Panthera pardus* (леопард или “пантера”)



и *Panthera onca* (ягуар). *Homo sapiens* — единственный вид в своем роде, но окаменелостям были присвоены такие имена, как *Homo erectus* ("человек прямоходящий") и *Homo habilis* ("человек умелый"). Другие человекообразные, окаменелости которых мы находим, настолько отличались от *Homo*, что их причислили к другому роду, например, *Australopitecus africanus* и *Australopitecus afarensis* ("австралопитек африканский" и "австралопитек афарский"; к Австралии они не имеют никакого отношения, *australo*- по-латыни означает "южный", оттуда и название Австралии).

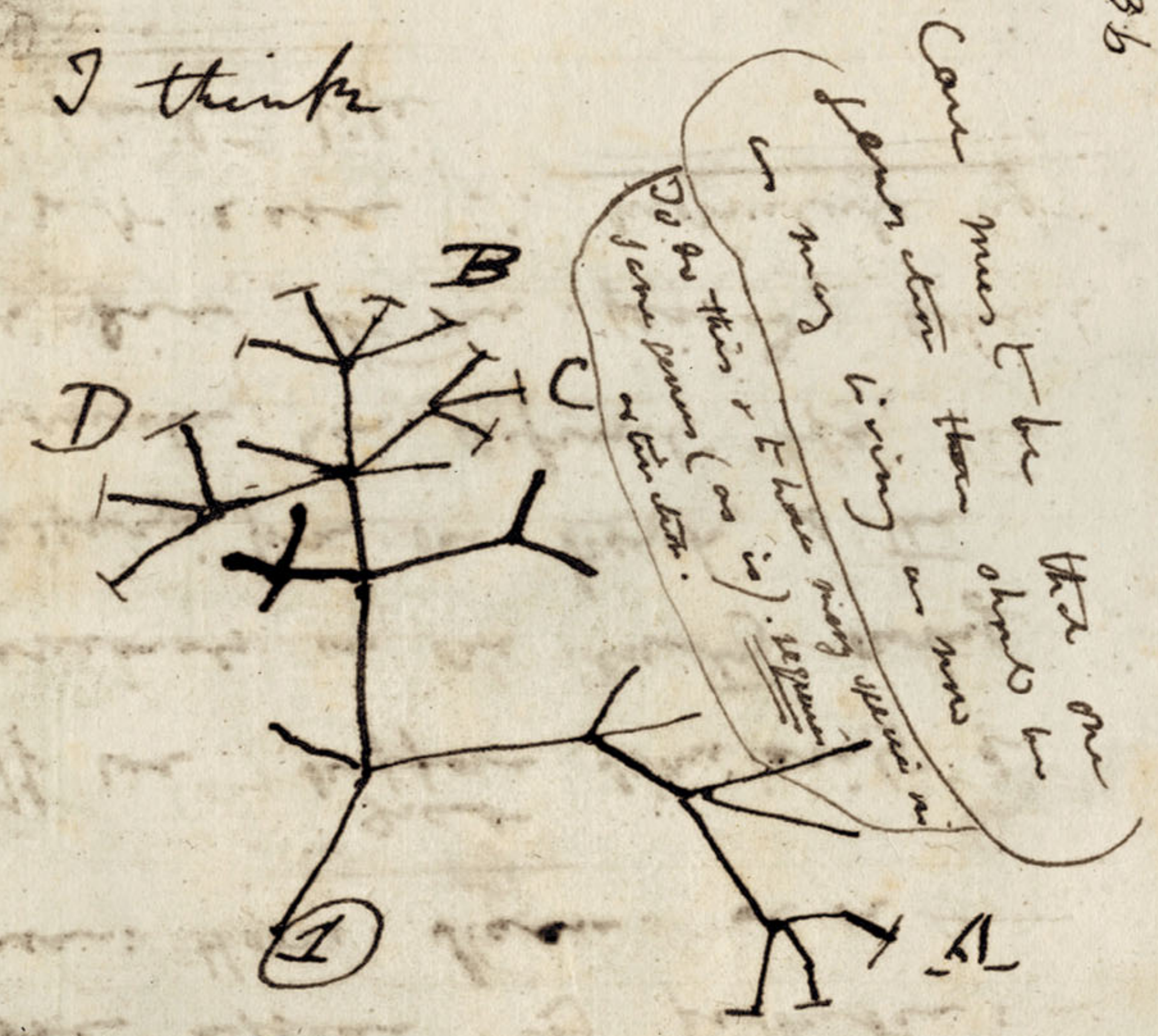
Каждый род принадлежит определенному семейству, пишется по-латыни обычным шрифтом с заглавной буквы (по-русски со строчной). Кошки (в том числе и львы, леопарды, гепарды, рыси и многие более мелкие виды) объединяются в семейство *Felidae* (кошачьи). Семейства собраны в *отряды*. Кошки, собаки, медведи, хорьки и гиены принадлежат разным семействам в отряде *Carnivora* (хищные). Мартышки, человекообразные обезьяны (мы в том числе) и лемуры относятся к разным семействам отряда *Primates* (приматы). Каждый отряд является частью класса. Все млекопитающие входят в класс *Mammalia*.

Наверное, у тебя в голове, пока ты читал описание порядка групп, возник образ дерева. Да, это похоже на генеалогическое дерево: от ствола отходят ветки, от них — ветки потонь-

ше, от них в свою очередь — еще более тонкие и так далее. Самые тонкие прутики — виды, потолще — род, семейство, отряд и классы. А дерево целиком — все животные на Земле.

Подумай, почему у деревьев так много веток. Ветки ветвятся. Когда все побеги всех веток вырастают, то итоговое их число оказывается огромным. Так и в эволюции. Чарльз Дарвин нарисовал ветвящееся дерево в качестве единственной иллюстрации к своей самой знаменитой книге — “О происхождении видов”. Внизу страницы — ранняя версия этого рисунка, обнаруженная в одной из его первых записных книжек. Над рисунком он сделал странную надпись — послание самому себе: “Я думаю”. Что он имел в виду? Возможно, он начал фразу, а кто-то из детей отвлек его, и она так и не была написана. Возможно, он нашел более простой способ изложения своих мыслей — в виде диаграммы. Правду мы никогда не узнаем. На странице есть и другие записи, но их очень сложно расшифровать. Читать заметки великого ученого, сделанные в определенный день и не предназначенные для публикации, — сплошная мука.

Это не точное изображение ветвления дерева групп животных, но оно позволяет понять основной принцип. Представь, что первый вид разделится на два. Если каждый из них тоже разделится на два, то получится уже четыре вида. Они тоже поделятся — уже 8 видов, и так далее — 16, 32, 64, 128, 256, 512… Ты увидишь, что если продолжать в том же духе, то очень скоро получится миллион видов. Тебе скорее всего стало интересно: с какой стати виды все время делятся? Примерно по той же причине, по которой делятся языки, так что сначала остановимся на них.



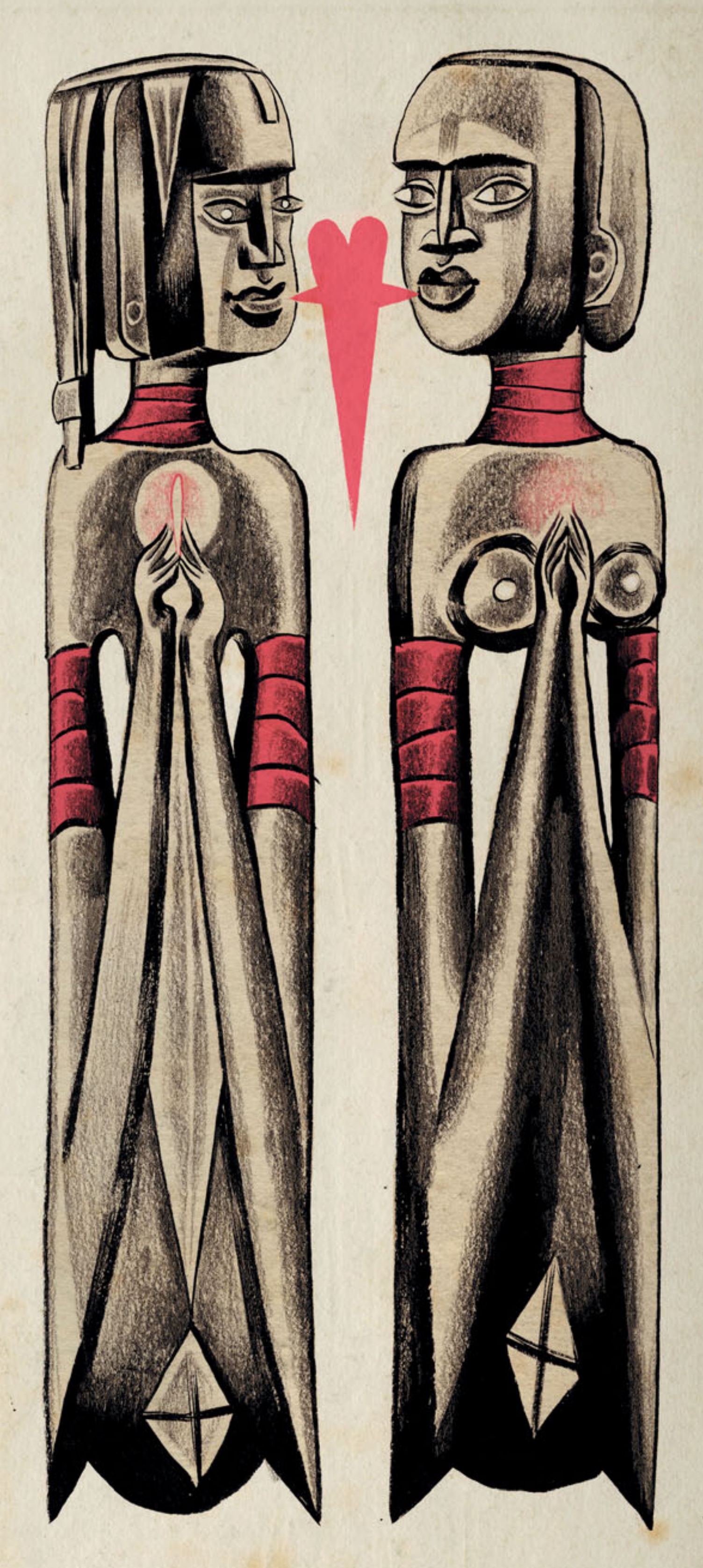
Как делятся языки и виды

Легенда о Вавилонской башне, разумеется, выдумана, так что вопрос о том, почему в мире так много языков, остается открытым.

Похожие языки, как и виды, объединяются в группы. Испанский, итальянский, португальский, французский, а также многие другие европейские языки, наряду с такими, как романшский, галисийский, окситанский и каталанский, весьма похожи друг на друга, и вместе их называют романскими. Ничего общего с романтикой они не имеют, просто все они произошли от латыни, языка Рима (Roma). Тем не менее давай рассмотрим в качестве примера признание в любви. В зависимости от страны ты можешь признаться в своих чувствах по-разному: "Ti amo", "Amote", "T'aimi" или "Je t'aime". На латыни то же самое будет "Te amo" — как в современном испанском.

Чтобы признаться в любви в Кении, ты скажешь на суахили "накупенда". Чуть южнее, в Мозамбике, Замбии или Малави, где я вырос, ты произнес бы "ндимакуконда" на языке ньянджа. На других языках так называемой группы банту в Южной Африке ты бы сказал "ндинокунда", "ндьякутанда" или на зулусском — "нгиякутанда". Языковая семья банту далека от романской, и обе они сильно отличаются от германской группы, в которую входит нидерландский, немецкий и все скандинавские языки. Забавно, что мы используем слово "семейство" для языков, для видов (семейство кошачьих, семейство собачьих) и, разумеется, для наших семейств (семейство Джонсов, семейство Робинсонов, семейство Докинзов).

Нетрудно выяснить, как родственные языки развивались на протяжении многих веков. Послушай, как ты говоришь



с друзьями, и сравни с беседой своих бабушки и дедушки. Их речь мало чем отличается от вашей, ты запросто их понимаешь, но они старше всего на два поколения. Теперь представь, что говоришь со своим 25 раз “пра” дедушкой. Если ты родом из Англии, тебе придется перенестись в конец XIV века, именно тогда жил поэт Джеффри Чосер, и ему принадлежат следующие строки:

He was a lord ful fat and in good poynt;
His eyen stepe, and rollynge in his heed,
That stemed as a forneys of a leed;
His bootes souple, his hors in greet estaat.
Now certeinly he was a fair prelaat;
He was nat pale as a forpyned goost.
A fat swan loved he best of any roost.
His palfrey was as broun as is a berye.

Общий смысл для того, кто знает английский, будет более или менее понятен. Но если бы носитель современного языка услышал то же самое, то вряд ли что-либо понял (в качестве примера послушай, как современный актер читает Чосера здесь: www.booksattransworld.co.uk/dawkins-chaucer). Будь старый английский еще более отличным от современного, твой британский сверстник счел бы его другим языком, как испанец — итальянский.

Таким образом, в любой стране язык менялся от века к веку.

Можно сказать, он "перетекал" во что-то другое. Теперь нужно осознать, что тем, кто говорит на одном языке, не всегда доводилось общаться друг с другом (по крайней мере пока не изобрели телефон и радио). А еще языку свойственно по-разному меняться в разных регионах. Разницу легко заметить и в произношении, и в самих словах: прислушайся, насколько по-разному звучит английский с разными акцентами: шотландским, валлийским, ньюкаслским, корнуоллским, австралийским или американским. А шотландцы способны по говору узнать уроженца Эдинбурга, Глазго или жителя Гебридских островов. Со временем определенные произношение и словоупотребление становятся особенностью региона, и когда две манеры говорить на одном и том же языке достаточно различаются, одну из них называют диалектом.

После веков "перетекания" региональные диалекты оказываются настолько непохожими, что жители одного региона перестают понимать жителей другого. С этого момента диалекты превращаются в отдельные языки. Так и произошло, когда немецкий и нидерландский отделились от уже не существующего общего предка. Так же французский, итальянский и португальский независимо развились из латыни в разных частях Европы.

Попробуй нарисовать древо языковых семейств с "кузенами", например французским, португальским, итальянским и другими соседними "ветвями", растущими из предка — латыни, как Дарвин поступил с видами животных.

Как и языки, виды разделяются с течением времени и оказавшись на большом расстоянии друг от друга. Прежде чем разобраться, почему это происходит, посмотрим, как это происходит. Для видов эквивалентом слов служит ДНК, генетическая информация в каждом живом организме, определяющая его развитие, о чем мы узнали во 2-й главе. При половом размножении ДНК смешиваются. А когда особи из одной популяции мигрируют в другую и привносят в нее свои гены, спариваясь с ее представителями, такой процесс называется *миграция генов*.

Аналог размежевания итальянского и французского языков — это как ДНК отдельных популяций, которые со временем становятся все меньше похожими друг на друга. Их ДНК постепенно утрачивает способность перемешиваться и давать начало полноценному потомству. Лошади и ослы могут размножаться, но ДНК лошади настолько отдалилась от ДНК осла, что они перестали нормально друг друга понимать. Или, скорее, они могут смешаться (два "диалекта ДНК" способны понимать один другой), чтобы породить живое существо, мула, но им не хватает взаимопонимания для того, чтобы воспроизвести себя: мулы, как мы знаем, стерильны.

Между языками и видами есть важное различие — языки легко заимствуют слова из других языков. Например, намного позже своего обособления от романских, германских и кельтских предков английский позаимствовал слово *shampoo* ("шампунь") из хинди, *iceberg* ("айсберг") — из норвежского, *bungalow* ("бунгало") — из бенгали и *anorak* ("анорак") — из инуитского. Виды животных никогда (или почти никогда) не обмениваются ДНК после того, как достаточно отдалились друг от друга и утратили возможность спариваться. У бактерий все иначе. Они обмениваются генами, но если углубиться в эту проблему, то одной книги не хватит. До конца главы я буду обсуждать только животных.





Острова и изоляция: сила разделения

Итак, ДНК, как и слова в языке, начинает изменяться, будучи обособленной. Как это происходит? Что служит причиной разделения? Первое, что приходит на ум, — море. Популяции на разных островах не соприкасаются, во всяком случае соприкасаются не часто, и их генетические наборы получают возможность отделиться друг от друга. Поэтому острова чрезвычайно важны для образования новых видов. Давай считать островом не только кусок суши, окруженный водой. Для лягушки оазис будет “островом”, пригодным для обитания, окруженным пустыней, где она погибнет. Для рыбы островом станет озеро. Острова одинаково важны и для животных и для языков, потому что островитяне отрезаны от контакта с другими популяция-

ми (таким образом пресекается обмен генами и словами) и развиваются по своему пути. Еще одно важное дополнение: островная популяция не обязана быть изолированной абсолютно и навсегда, гены могут случайно пересекать преграды, будь то вода или необитаемая земля.

4 октября 1995 года несколько бревен и выкорчеванных деревьев прибило к берегу острова Ангилья в Карибском бассейне. На бревнах приплыли 15 зеленых игуан, выживших после тяжелейшего путешествия с другого острова, предположительно с Гваделупы, что в 160 милях оттуда. Два урагана, названные “Луис” и “Мэрилин”, свирепствовали на Карибах весь предыдущий месяц, вырывая деревья с корнем и швыряя их в море. Скорее всего, на некоторых деревьях сидели игуаны (в Панаме я видел: они любят так проводить время), вот их и унесло в море. Добравшись до Ангильи и сойдя со своих необычных транспортных средств, они начали новую жизнь, питаясь, размножаясь и обмениваясь ДНК в своем новом островном доме.

Мы узнали об этом от местных рыбаков. Много веков тому назад, хоть свидетелей тому и не было, наверняка нечто подобное привело предков этих игуан на их первоначальное место обитания — Гваделупу. И мы практически уверены, что нечто аналогичное помогло игуанам появиться на Галапагосских островах. Теперь мы переходим к следующему этапу нашего повествования.

Галапагосские острова сыграли большую роль в истории, потому что скорее всего именно они вдохновили Чарльза Дарвина на первые мысли об эволюции, когда тот посетил их в составе экспедиции на корабле





флота ее величества “Бигль” в 1835 году. Эти острова вулканического происхождения находятся в Тихом океане недалеко от экватора, почти в тысяче километров к западу от Южной Америки. Они все достаточно молодые (им всего по миллиону лет) и образованы вулканами, поднимающимися со дна моря. Это значит, что все животные прибыли туда откуда-то еще — преимущественно из Южной Америки, и, по эволюционным меркам, недавно. Добравшись туда, особи могли перемещаться с острова на остров достаточно просто, чтобы занять все из них, и достаточно редко, чтобы иметь возможность независимо эволюционировать, разделяться в перерыве между миграциями.

Когда первые игуаны прибыли на Галапагосские острова — неизвестно. Может быть, они приплыли с материка так же, как и на Ангилью в 1995 году. Ближайший к материку остров — Сан-Кристобаль (Дарвин использовал английское название — Четем), но миллионы лет назад были и другие, после погрузившиеся под воду. Игуаны могли сначала переместиться на один из таких островов, а потом добраться и до тех, что сейчас на поверхности. Тогда они получили возможность развиться в новом месте, как те, что прибыли на Ангилью в 1995-м. Первые галапагосские игуаны эволюционировали в другой вид не только за счет обособленности (как языки), но и благодаря тому, что естественный отбор оставил только тех, кто обладал новыми навыками выживания. Сравнительно пустынный вулканический остров сильно отличается от континентальной Южной Америки.

Расстояния между островами гораздо меньше, чем от любого острова до материка. Поэтому миграции с острова на остров случаются относительно часто — раз в столетие, а не раз в тысячу лет. Благодаря чему со временем игуаны появились практически на всех островах. Однако миграции между островами были достаточно редкими, то есть позволяли популяциям независимо эволюционировать и избегать “контаминации” генов между миграциями, или даже настолько редкими, что популяции становились генетически далеки друг от друга и теряли возможность спариваться между собой. В результате на Галапагосах обитает три вида наземных игуан, не способных скрещиваться между собой. *Conolophus pallidus* встречается только на острове Санта-Фе. *Conolophus subcristatus* живет на нескольких островах, среди них — Фернандина, Исабела и Санта-Крус (возможно, на каждом острове со временем образуется новый вид). *Conolophus marthae* привязан к цепочке из пяти вулканов на севере острова Исабела.

Тут, надо заметить, прослеживается еще одно интересное явление. Помнишь, я упоминал о том, что озеро или оазис могут считаться островом, даже если не являются клочком суши посреди воды? То же можно сказать о каждом из пяти вулканов острова Исабела. Каждый из них окружен территорией с густой растительностью (зеленое на рисунке внизу), похожей на оазис, отделенный от соседнего вулкана пустыней. На большинстве Галапагосских островов по одному вулкану, но на Исабеле их пять. Если уровень моря повысится (например, от глобального потепления), Исабела станет пятью островами, разделенными морем. Таким образом, каждый вулкан представляет собой подобие острова внутри острова. Так и разделились игуаны (и гигантские черепахи), вынужденные питаться растительностью только на склонах вулканов.

Не всегда изоляция из-за какой-нибудь естественной преграды ведет к эволюционному разделению (на самом деле преграда не всегда бывает географической, есть и другие варианты, особенно у насекомых, но я не хочу все осложнять и отягощать тебя лишними подробностями). С того момента, когда две популяции достаточно отдалятся друг от друга, чтобы потерять возможность скрещиваться, географический барьер становится необязательным. Два вида пойдут разными эволюционными путями и никогда больше не перемешают свои ДНК. Именно такой процесс лежит в основе происхождения большинства животных, когда-либо возникших на этой планете. Позже мы убе-



димся, что именно так отделились предки, скажем, слизняков от предков всех позвоночных, включая нас.

На определенном этапе истории галапагосских игуан от них эволюционно отделилась ветвь, породившая новый, особый вид. На одном из островов, неизвестно, на каком именно, местная популяция игуан принципиально изменила свой образ жизни. Вместо того чтобы поедать растительность на склоне вулканов, они отправились на берег и принялись за водоросли. В результате естественного отбора остались наиболее искусные пловцы, и до сих пор их потомки ныряют за водорослями. Их называют морскими игуанами, и, в отличие от наземных, они встречаются только на Галапагосах. У них много приспособлений для жизни в море, что делает их непохожими на прочих игуан, не только галапагосских, но и любых других. Несомненно, они эволюционировали из сухопутных игуан, но они не так уж близки к современным галапагосским игуанам, что наводит нас на мысль об их происхождении от какого-нибудь уже вымершего общего предка, заселившего острова с континента задолго до появления современных представителей рода *Conolophus*. На разных островах выделяют несколько пород морских игуан,





но не видов. Возможно, когда-нибудь одна из этих пород изменится настолько, что будет считаться другим видом рода морских игуан.

Похожая история произошла с гигантскими черепахами, лавовыми ящерицами, странными нелетающими бакланами, пересмешниками, вьюрками и многими другими животными и растениями Галапагосских островов. Такие процессы протекали повсюду. Галапагосы — всего лишь один из ярких примеров. Острова (в том числе озера, оазисы и горы) производят новые виды. Река тоже способна на такое. Если животному трудно пересечь реку, гены в популяциях на разных берегах иногда обособляются, как и диалекты, которые со временем могут стать самостоятельными языками. Горы тоже играют немаловажную роль в разделении. Большое значение имеет и *расстояние*. Испанские мыши связаны с китайскими цепочкой родственных пород через всю Евразию. Однако гену требуется слишком много времени, чтобы добраться от одной мыши к другой, одолев такое расстояние, — с таким же успехом они могли бы жить на разных островах. В итоге эволюция испанских и китайских мышей пойдет в разных направлениях.

У трех видов галапагосских сухопутных игуан было в распоряжении всего несколько тысячелетий для разделения. По прошествии сотен миллионов лет потомки одного предка могут отличаться друг от друга, как таракан от крокодила. Так и есть на самом деле, ведь когда-то жил прапрапра- (и еще много раз пра-) дедушка всех тараканов (а заодно и многих других животных, в том числе слизней и крабов), и он же приходился древним предком (назовем его "прапредком") всех крокодилов (не говоря уже обо всех остальных позвоночных). Но чтобы найти настолько старого и древнего прапредка, тебе придется вернуться на миллиард лет назад, а то и больше. Это было так давно, что нелепо гадать, что за преграда первоначально разделила две эволюционные ветви. Что бы то ни было, оно было в море, потому что в те далекие времена сухопутных животных еще не существовало. Возможно, вид прапредков мог обитать только на коралловом рифе, и две популяции находились на двух рифах, разделенных непреодолимой толщей воды.

Из предыдущей главы мы узнали, что для встречи с прапредком шимпанзе и человека необходимо вернуться на 6 миллионов лет назад. Не так далеко, поэтому мы еще можем догадаться, какой барьер поспособствовал изначальному разделению вида. Предположительно им стала Великая рифтовая долина в Африке, на востоке от нее эволюционировали люди, на западе — шимпанзе. Позже вид предка шимпанзе разделился на обычных шимпанзе и карликовых шимпанзе — бонобо. В этом случае барьером считается река Конго. Опять же из предыдущей главы ты выяснил, что общий предок всех млекопитающих жил примерно 185 миллионов лет назад. С тех пор его потомки ветвились и разделялись снова и снова, образовав все тысячи видов млекопитающих, населяющих сегодня эту планету. В их числе 231 вид хищников (собаки, кошки, хорьки, медведи и другие), 2 тысячи видов грызунов, 88 видов китов и дельфинов, 196 видов парнокопытных (коровы, антилопы, свиньи, олени, овцы), 16 видов непарнокопытных (лошади, зебры, тапиры и носороги), 87 видов кроликов и зайцев, 977 видов летучих мышей, 68 видов кенгуру, 18 видов человекообразных обезьян (к ним относится человек) и многие, многие виды, вымершие к настоящему времени (включая несколько вымерших видов человека, знакомых нам только по окаменелостям).

Смешение, отбор и выживание

Я бы хотел завершить главу, пересказав историю немного другими словами. Я уже мельком упомянул про *миграцию генов*. Ученые также используют термин *генофонд*, и на этом понятии я хотел бы остановиться. Естественно, имеется в виду не фонд генов в буквальном смысле. Никто не сдает свои гены куда-то и не получает с них проценты, и ни о какой благотворительности речь не идет. Так что же такое генофонд?

В каждом поколении гены перемешиваются в результате полового размножения. Твои гены — смесь генов твоих родителей и, соответственно, коктейль из генетической информации всех твоих бабушек и дедушек. То же можно сказать о любой особи в популяции на протяжении тысяч, десятков тысяч, сотен тысяч лет эволюции. За это время после бесчисленных скрещиваний гены были так тщательно перемешаны и перетасованы, что имеет смысл говорить об общем фонде, куда все сдают свои гены, — генофонде.

Помнишь наше определение вида как группы животных или растений, способных спариваться между собой? Теперь ты понимаешь, насколько оно верно. Если животные принадлежат к одному виду или популяции, то их гены перемешаны и находятся в одном генофонде. Если два животных относятся к разным видам, то они не могут быть представителями одного генофонда, ведь их ДНК не могут перемешиваться в результате полового размножения, даже если они живут в одной стране и часто пересекаются. Если популяции одного вида разделены географически, их генофонды идут по столь разному эволюционному пути, что даже если им случится встретиться, они не смогут размножиться. С того момента, когда их генофонды потеряли возможность смешиваться, они стали разными



видами и отдаляются друг от друга так, что через миллионы лет их потомки будут различаться не меньше, чем человек и таракан.

Эволюция меняет генофонд. Одних генов становится больше, других меньше. Одни встречаются все реже, другие — все чаще, третьи вовсе исчезают. В результате форма, размер, цвет или поведение типичных представителей вида преобразуются, эволюционируют за счет изменения количества генов в генофонде. Вот что такое эволюция.

Но с чего бы количеству разных генов меняться с течением поколений? Ты мог бы ответить, что было бы странно, если бы оно не менялось, учитывая, сколько прошло времени. Подумай, как со временем меняется язык. Такие слова и выражения, как "аз есмь" и "одесную", "туше" и "разрази меня гром" практически не используются. С другой стороны, оборота "а я, типа" (в смысле "а я сказала") всего двадцать лет назад никто бы не понял; теперь же он встречается на каждом шагу. Как и слово "клево".

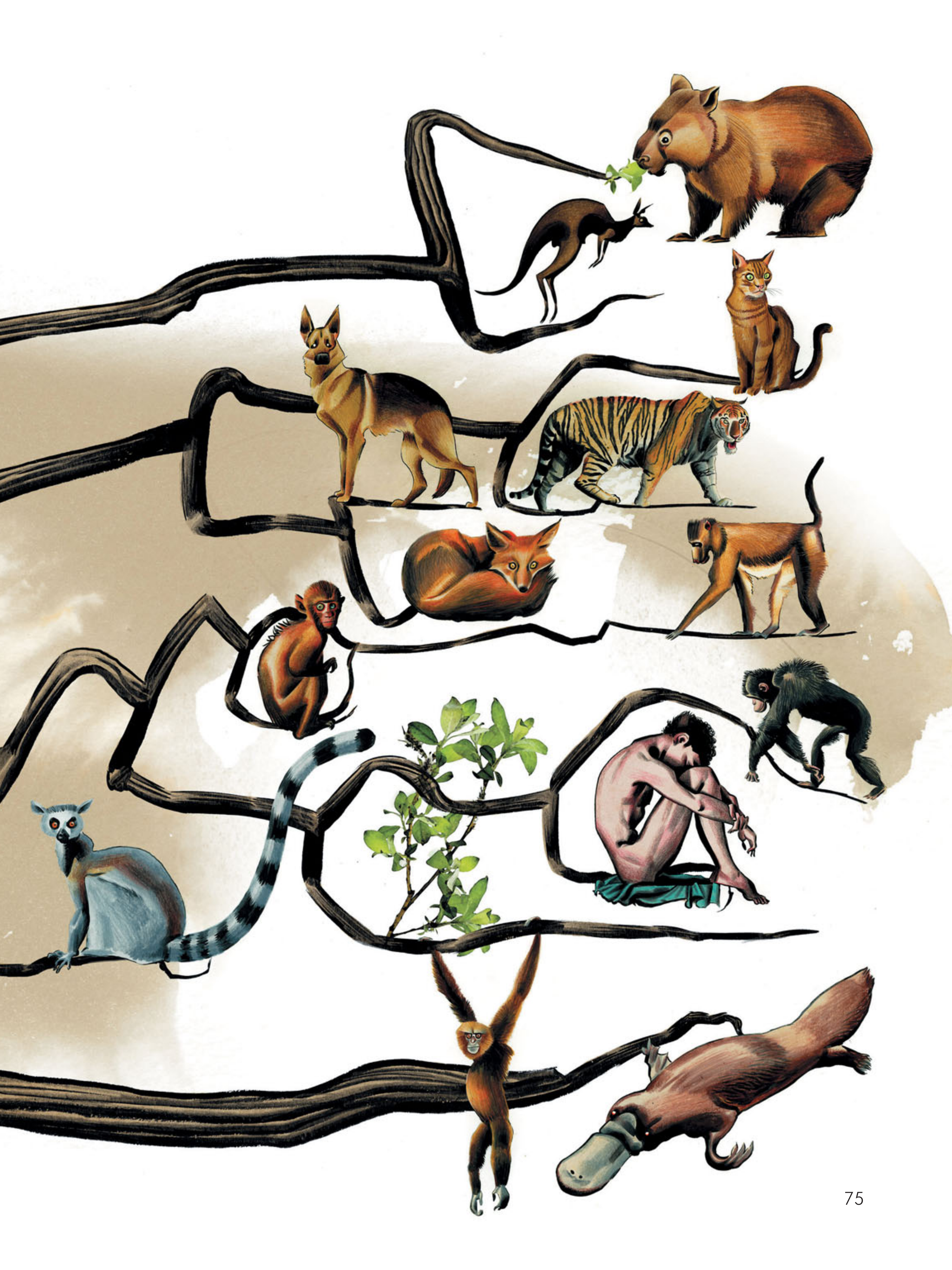
В этой главе я не стремился выйти за рамки сравнения процессов раз-



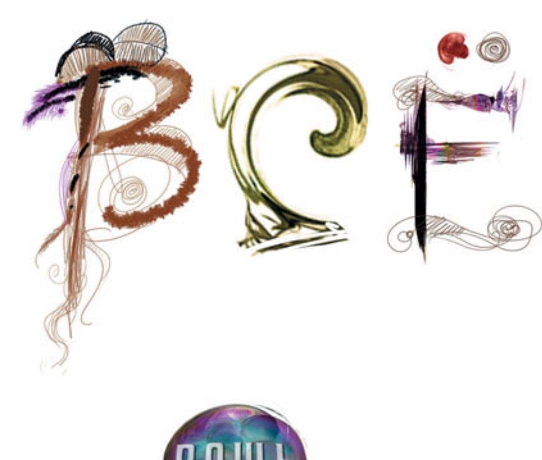
деления языков и популяций. Но на самом деле за разделением видов стоит нечто гораздо большее. Это — естественный отбор, важнейшее открытие Чарльза Дарвина. Без него генофонды все равно разделялись бы, но в большинстве случаев бесцельно. Естественный отбор толкает эволюцию в полезном направлении, задает направление выживания. Что делает ген нужным для выживания? Он помогает построить тело, которое выживет и размножится, то есть протянет в этом мире достаточно, чтобы передать гены, необходимые для выживания.

Как именно все это происходит, зависит от вида. Гены выживают в птицах или летучих мышах, помогая им отрастить крылья. Кротам они строят крепкие лопатоподобные лапы. В телах львов они передаются из поколения в поколение, помогая им обзаводиться быстрыми ногами, острыми когтями и зубами. Для антилоп важны быстрые ноги, острый слух и зрение. В случае палочников гены сохраняют себя и своих владельцев, делая их неотличимыми от сухой веточки. Несмотря на различия, цель существования у всех видов одна — дать своим генам выжить в генофонде. В следующий раз, когда ты увидишь какое-либо растение или животное, скажи себе: то, что я вижу, — машина для передачи создавших ее генов. Я смотрю на машину выживания генов. Потом взгляни в зеркало и пойми: ты — тоже такая машина.







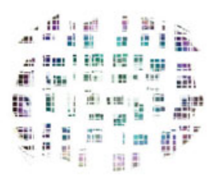




Предположим. ты взал кусок чего-нибудь и разрезал пополам самым тонким и острым лезвием, которое только смог найти.



Потом каждую из частей разрезал еще раз пополам, еще раз и так далее.



Должны же когда-нибудь кусочки достигнуть своего минимального размера? Насколько тонко лезвие ножа? А кончик иглы?

Как выглядят наименьшие детали, из которых все сделано?

В Викторианскую эпоху в Англии самой популярной детской книгой была "Книга чепухи" Эдварда Лира . Помимо его стихов "Кот и Сова", "Джамбли", "Поббл, у которого нет на ногах пальцев", мне очень нравились рецепты в конце книги. В одном из них, описывающем приготовление "вкусочных котлеток", говорится следующее:

> *Возьмите немного говядины и, искрошив ее как можно мельче, раскромсайте каждый кусочек еще на восемь или даже девять частей.*

Что будет, если продолжить резать предмет на все более и более мелкие кусочки?

сделано

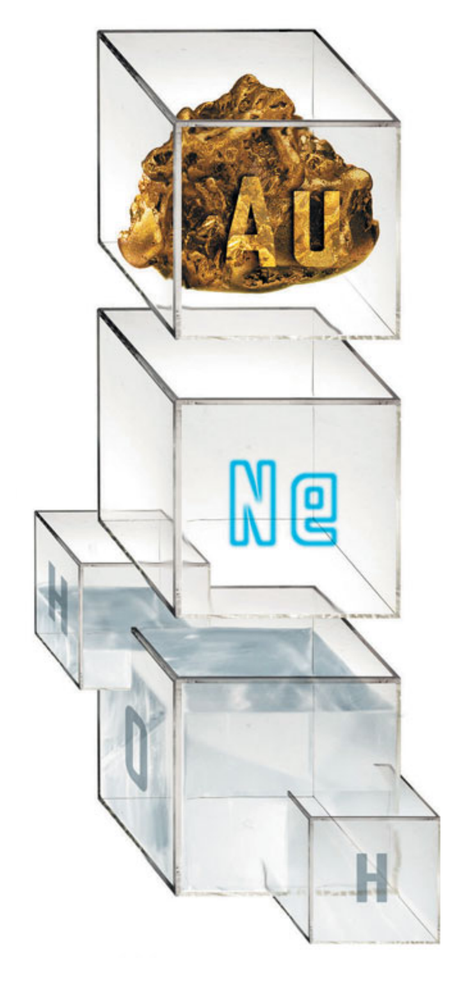


Древние цивилизации Греции, Китая и Индии пришли к одной и той же идее: все состоит из четырех "элементов" — воздуха, воды, огня и земли.

Но один грек, Демокрит, чуть больше приблизился к истине. Он подумал, что если делить что-либо на достаточно мелкие части, то в какой-то момент мы дойдем до частицы столь малой, что не сможем ее поделить. По-гречески "томос" — "делить", но если перед греческим словом поставить букву "а", то она будет отрицать его значение. Таким образом "атомос" — это частица, которая слишком мала и поэтому неделима. Вот откуда произошло слово "атом". Атом золота — самый маленький из возможных кусочков золота. Даже если бы мы смогли его разделить, то более мелкие частицы уже не были бы золотом. Атом железа — самый маленький из возможных кусочков железа. И так далее.



Сегодня мы знаем, что на свете больше 100 видов атомов, из них только 90 встречаются в природе. Остальные были получены учеными в лабораториях, причем в мизерном количестве.



Чистые вещества, состоящие только из одного типа атомов, называются элементами (то же слово использовалось когда-то в другом значении: четыре элемента — это земля, воздух, огонь и вода). Водород, кислород, железо, хлор, медь, натрий, золото, углерод, ртуть и азот — элементы. Некоторые элементы, такие как молибден, очень редко встречаются на Земле (поэтому ты скорее всего и не слышал о нем), но распространены в остальной Вселенной (интересно, как мы это узнали? Дождись 8-й главы).

Металлы — железо, свинец, медь, цинк, олово, ртуть — элементы. Также ими являются газы: кислород, водород, азот, неон и другие. Но большинство знакомых нам веществ — химические соединения, а не элементы. В химических соединениях два или более атомов скрепляются вместе особым образом. Возможно, ты когда-нибудь видел, что вода обозначается как H_2O. Такова ее химическая формула, и она означает: это соединение, состоящее из одного атома кислорода и двух атомов водорода. Группа атомов, образовавших химическое соединение, называется *молекулой*. Некоторые молекулы просты: в молекуле воды, например, всего три атома. Другие, особенно те, что в живых организмах, состоят из сотен атомов, определенным образом соединенных между собой. На самом деле именно способ соединения атомов, их количество и тип отличают одно вещество от другого.

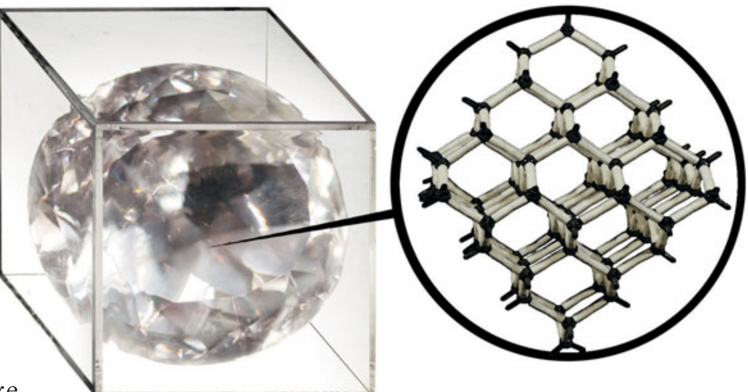
Словом “молекула” называют еще и то, что получается, когда два или больше одинаковых атомов объединяются. Молекула кислорода — газа, необходимого нам для дыхания, состоит из двух атомов кислорода. Иногда вместе соединяются три атома кислорода, и получается другая молекула — озон. Количество атомов

действительно имеет значение, даже если все они одинаковые.



Озоном вредно дышать, но он полезен нам тем, что слой этого газа в верхних слоях атмосферы Земли защищает нас от самых разрушительных солнечных лучей. Одна из причин, почему австралийцы должны аккуратнее загорать, — это *дыра* в озоновом слое над южной частью континента.

Кристаллы — атомы в строю

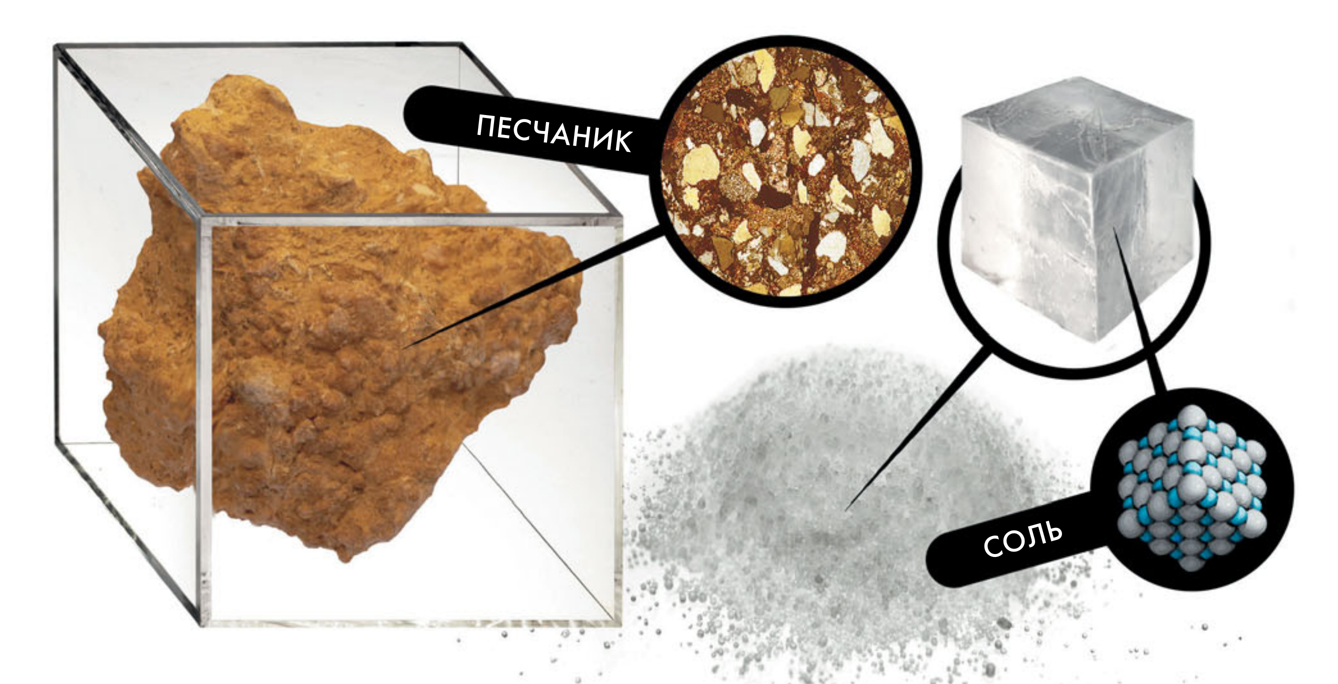


Атомы углерода в алмазе

Алмаз — гигантская молекула неопределенных размеров, состоящая из миллионов атомов углерода, скрепленных и упорядоченных особым образом. В кристалле они располагаются в таком идеальном порядке, как будто это солдаты на параде, но за тем исключением, что строятся атомы в трех измерениях, как косяки рыб. Но количество "рыб" в этом косяке, то есть атомов углерода, даже в самом крошечном алмазе — гигантское, больше, чем всех рыб (и людей в придачу) на свете. Некоторые ошибочно представляют атомы углерода в виде плотно слипшихся кусочков углерода без какого-либо пространства между ними. Мы скоро убедимся, что на самом деле большая часть "твердых" веществ состоит из пустоты. Позже я подробно объясню почему.

Атомы всех кристаллов выстроены как на параде — с одинаковым расстоянием между собой и в порядке, обеспечивающем форму всего кристалла. Некоторые "солдаты" могут строиться несколькими способами, образуя разные кристаллы. Когда атомы упакованы определенным образом, они формируют одно из самых твердых веществ — алмаз. Но если они соединятся по-другому, то образуют кристаллы графита, настолько мягкие, что их используют в качестве смазки.

Кристаллы представляются нам прекрасными прозрачными предметами, поэтому и кое-что другое, например чистую воду, мы описываем как *кристально чистую*. На самом деле большая часть твердых предметов состоит из кристаллов, и при этом они непрозрачны. Кусок железа — это множество кристаллов, и в каждом из них — миллионы атомов железа, построенных "на парад", как атомы углерода в алмазе. Свинец, алюминий, золото, медь — все это кристаллы одноименных атомов. Такие камни, как гранит или песчаник,



зачастую представляют собой смесь скрепленных между собой кристаллов.

Песок тоже имеет кристаллическую структуру. Песчинки — это куски камня, перемолотые ветром и водой. Ил — то же самое, но с водой или другими жидкостями. Часто песчинки и ил образуют новые камни, так называемые осадочные породы — то есть отвердевший осадок песка и ила. ("Осадок" — частицы чего-то твердого, скапливающиеся внизу жидкости, например реки, озера или моря.) Песок в песчанике преимущественно состоит из кварца и полевого шпата, двух кристаллов, часто встречающихся в земной коре. Известняк — другое дело. Как и мел, это карбонат кальция, и образован он скелетами кораллов и ракушками, в том числе и маленьких одноклеточных существ — фораминифер. На пляжах песок белого цвета скорее всего окажется карбонатом кальция того же происхождения.

Иногда кристаллы состоят целиком из одинаковых, "парадно" выстроенных атомов одного элемента. Алмазы, золото, медь и железо тому пример. Но другие кристаллы состоят из двух разных типов атомов, опять же выстроенных в строго определенном порядке, как на параде. Соль (обычная столовая соль) — не элемент, а химическое соединение из двух элементов — натрия и хлора. В кристалле соли чередуются атомы натрия и хлора. На самом деле в этом случае их называют не атомами, а *ионами*, но не буду объяснять, почему именно. У каждого иона натрия шесть соседей — ионов хлора, расположенных под прямыми углами друг к другу: спереди, сзади, слева, справа, сверху и снизу. Каждый ион хлора точно так же окружен ионами натрия. Каждый ряд складывается из квадратов, поэтому, если ты рассмотришь крупицы соли под достаточно большим увеличением, то увидишь, что они сложены из кубов — трехмерных эквивалентов квадрата. По крайней мере у кристаллов будут прямые углы. Множество других кристаллов состоят из нескольких типов "парадных" атомов, и большинство из них можно найти в камнях, песке и почве.

Твердое, жидкое, газообразное — как движутся молекулы

Кристаллы твердые, но есть еще жидкости и газы. В газах молекулы не скреплены друг с другом, как в кристалле, а с легкостью рас-





пределяются по всему свободному пространству, перемещаясь по прямым линиям, как бильярдные шары, но с тем отличием, что в их распоряжении не два измерения стола, а три. Молекулы перемещаются, пока не встретят преграду — другую молекулу или стены контейнера, от которых они отскакивают — опять же по аналогии с бильярдными шарами. Газы можно сжать, следовательно, между молекулами действительно много пространства. Газ после сжатия "напрягается". Закрыв выходное отверстие велосипедного насоса, можно почувствовать это напряжение, если нажать на ручку. Если оставить палец там же, а ручку отпустить, то она выстрелит обратно. Напряжение, которое ты почувствовал, называют давлением. Давление образуется оттого, что миллионы молекул воздуха (смесь азота, кислорода и нескольких других газов) в насосе бомбардируют рычаг (на самом деле не только рычаг, но из всей конструкции именно он может двигаться). При высоком давлении бомбардировка идет с большей частотой. Это происходит, когда то же количество молекул оказывается в меньшем пространстве, например, когда ты нажимаешь ручку насоса. Или повышаешь температуру, что заставляет молекулы газа перемещаться быстрее.

Жидкость похожа на газ тем, что ее атомы тоже "перетекают" с одного места на другое (поэтому их по аналогии с твердыми материалами называют "текучими"). Однако молекулы в жидкости располагаются гораздо ближе друг к другу, чем в газе. Газ быстро заполняет все предоставленное пространство. Жидкость тоже затекает во все щели, но до некоего уровня. Определенное количество жидкости занимает постоянный объем, не то что газ, и сила притяжения тянет ее к земле, таким образом она заполняет часть резервуара, необходимую для ее объема, снизу вверх. Так происходит, потому что молекулы жидкости расположены близко. Но, в отличие от твердого вещества, они способны скользить одна по другой, поэтому жидкость может течь.

Твердое вещество даже не пытается заполнить объем, в котором находится, — оно просто сохраняет свою форму. Все потому, что молекулы в твердых телах не скользят друг по другу, как в жидкости, а прочно закреплены в одном (почти) положении по отношению к своим соседям. Я написал "почти", поскольку молекулы колеблются вокруг своих "парадных" позиций (чем выше температура, тем быстрее колебания), но не настолько, чтобы изменилась форма кристалла.

Бывают и “коварные” жидкости, например патока. Коварство ее в том, что она течет, однако очень медленно, и хоть она и заполняет нижнюю часть резервуара, но тратит на это много времени. Есть настолько “коварные” жидкости, что они ведут себя как твердые тела — так медленно они текут. Они даже обладают всеми свойствами твердых веществ, несмотря на то что лишены кристаллической решетки. Хороший пример — стекло. Оно “течет”, но так медленно, что пройдут века, прежде чем мы это заметим. Поэтому из практических соображений мы считаем стекло твердым.

Твердое, жидкое, газообразное — так мы называем три основные фазы вещества. Многие соединения при разных температурах проходят все три стадии. На Земле метан — газ (иногда его еще называют болотным, потому что он выделяется из болот и порой воспламеняется — отсюда и рассказы про блуждающие огни). Но на большом и холодном спутнике Сатурна Титане находятся целые озера жидкого метана. Если бы там было еще холоднее, то мы бы обнаружили на Титане горы замороженного метана. Мы называем ртуть жидкостью, но это значит только то, что она жидкая при нормальной земной температуре. Зимой в Арктике ртуть станет твердым куском металла. Железо станет жидкостью, если его нагреть до достаточно высокой температуры. И в самом деле, около земного ядра находится море жидкого железа, смешанного с никелем. Насколько я знаю, могут существовать очень горячие планеты с океанами жидкого железа на поверхности, и там, возможно, плавают невиданные создания, хотя в этом я уже сомневаюсь. По нашим меркам точка плавления железа достаточно высока, и на поверхности Земли мы о чем-либо жестком говорим: “твердое, как железо”, а у ртути она низка, и за это ее иногда называют живым серебром. При определенной, очень высокой, температуре и ртуть, и железо превращаются в газ.



Внутри атома

В начале главы мы представляли, как разрезаем вещество на мельчайшие частицы, и остановились на атоме. Атом свинца — мельчайшая частица, по праву называющаяся свинцом. Неужели нельзя поделить атом? И похож ли атом свинца на маленький кусок свинца? Нет, не похож. Он ни на что не похож, потому что слишком мал, чтобы его увидеть даже с помощью самого мощного микроскопа. А поделить атом на еще меньшие части можно, только они уже перестают быть тем же элементом, позже объясню почему. Воссоздать процесс очень сложно, и он сопровожда-



ется высвобождением громадного количества энергии, так что для многих словосочетание “делить атом” звучит зловеще. Первым это осуществил великий новозеландский ученый Эрнест Резерфорд в 1919 году.

Мы не можем ни увидеть атом, ни разделить его, не превратив в нечто другое, тем не менее мы способны понять его строение. Как я объяснял в 1-й главе, ученые, когда не могут рассмотреть что-либо напрямую, предлагают модель происходящего, а потом ее проверяют. Научная модель — это способ представить, как все могло бы быть. Таким образом, модель атома — что-то вроде воображаемой картинки, передающей его структуру. Научная модель может показаться чистой фантазией, но все не так просто. Ученые не только придумывают модель, они ее тестируют. Они рассуждают следующим образом: “Если моя воображаемая модель верна, то в реальном мире все будет так-то и так!” Они предсказывают результаты определенных экспериментов и проводят подсчеты. Удачной будет та модель, для которой сбылись все предсказания, в особенности если они подтвердились в результате эксперимента. И если так и произошло, мы считаем, что модель правдива, по крайней мере хотя бы частично.

Иногда предсказания не сбываются, и тогда ученые исправляют модель или придумывают новую и снова проверяют. Так или иначе, процесс предложения модели и ее проверки, который мы называем научным методом, гораздо лучше помогает понять истину, чем любой, пусть даже самый прекрасный и фантастический, миф, придуманный, чтобы объяснить то, что люди не понимали, а иногда попросту не могли понять.

Раннюю модель атомов называли “пудинг с изюмом”. Ее придумал великий английский физик Джозеф Джон Томсон в конце XIX века. Не буду описывать эту модель, потому что ее заменила более успешная модель Резерфорда — того самого, что разделил атом. Он приехал из Новой Зеландии в Англию работать учеником к Томсону и позже сменил его на посту профессора физики Кембриджского университета. Модель Резерфорда, позже уступившая место модели его ученика, известного датского физика Нильса Бора, рассматривает атом как крошечную, уменьшенную копию Солнечной системы. В центре — ядро, основная масса атома. А маленькие частицы — электроны — летают вокруг него по *орбиталям* (с орбитой их лучше не сравнивать, электроны — не планеты, вращающиеся вокруг Солнца, и их нельзя описать как круглые штуки с определенным положением в пространстве).

В модели Резерфорда — Бора, скорее всего верной, есть интересная деталь: расстояние между ядрами огромно по сравнению с размером самих ядер — даже в таком твердом материале, как алмаз. Ядра очень сильно разнесены в пространстве. Как раз к этому вопросу я обещал вернуться.

Помнишь, я говорил, что алмаз — это гигантская молекула, состоящая из атомов углерода, выстроенных как на параде, но при этом в трех измерениях? Теперь дополним нашу модель, уточнив, как соотносятся в ней расстояния. Представим ядро каждого атома углерода не в виде солдата, а в виде футбольного мяча, окруженного электронами на орбиталях. Тогда соседние "футбольные мячи" в алмазе будут не меньше, чем в 15 километрах от него.

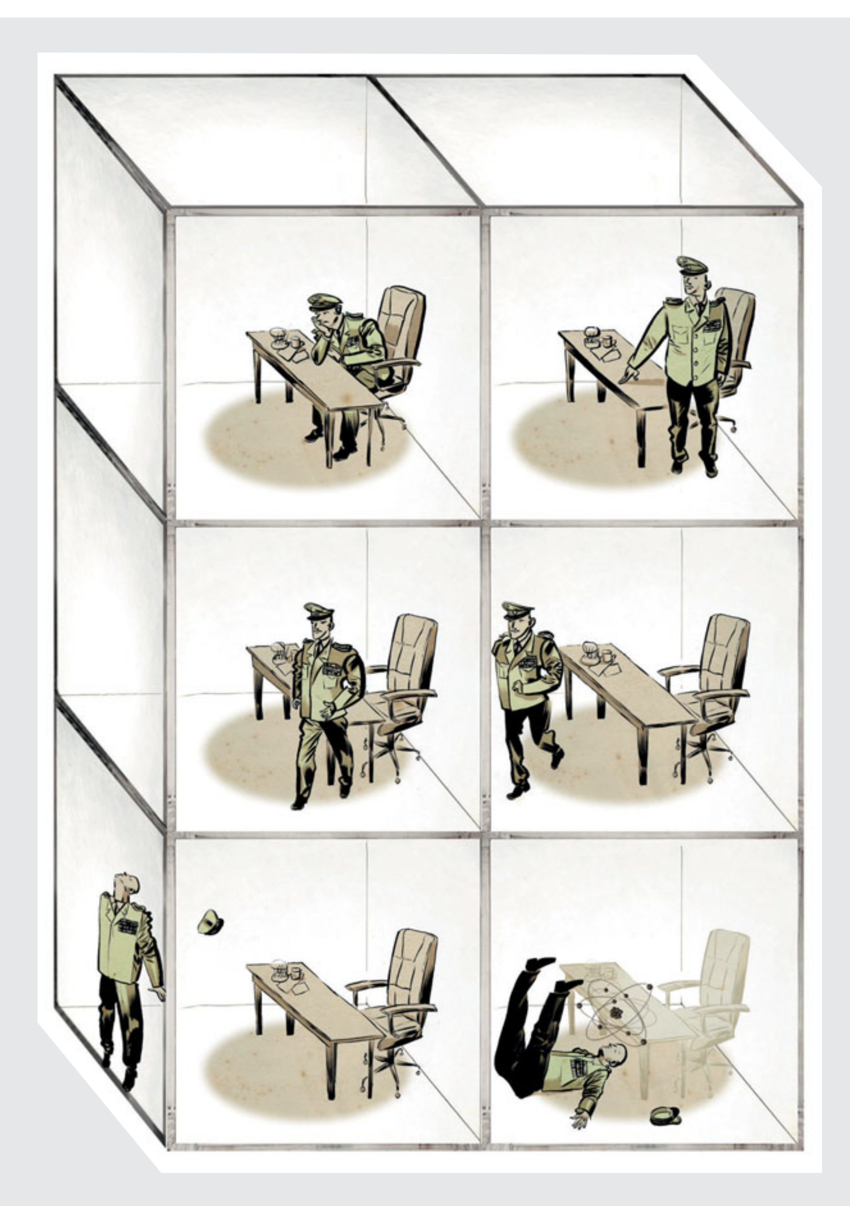
Эти 15 километров между футбольными мячами заполнены электронами на орбиталях. Но если придерживаться нашей размерной шкалы, электрон окажется меньше комара, а “комары” в свою очередь будут удаленны от “футбольных мячей” на несколько километров. Удивительно, но так и есть — легендарный твердый алмаз почти целиком состоит из

пустоты!

То же можно сказать и о камнях, независимо от их твердости. О железе и свинце. О прочной древесине. О тебе и обо мне. Я говорил, что твердые тела состоят из упорядоченных атомов, но они упорядочены достаточно странным образом, потому что атомы в основном состоят из пустоты. Ядра атомов так сильно удалены друг от друга, что если их сравнить с футбольными мячами, то любую пару будет разделять 15 километров с несколькими комарами.



Как такое возможно? Если камень по большей части состоит из пустоты, где материя похожа на раскиданные в километрах друг от друга футбольные мячи, то почему же он твердый на ощупь? Почему он не рассыпается, как карточный домик, от малейшего дуновения ветра? Почему он не прозрачный? Если и я и стена состоим в основном из пустоты, то почему я не могу пройти сквозь нее?



Представь, что ты в обычной комнате обычного здания уставился на стену. Ты думаешь: стена состоит из бетона, бетон — из атомов, а они в основном из пустоты. И я состою в основном из пустоты.

Так почему же я не могу пройти сквозь стену? Может, попробовать? И ты пробуешь. Тут ты врезаешься носом в стену. Почему?

На первый взгляд это кажется логичным. Я знаю: и стена, и мое тело состоят из атомов, разнесенных в пространстве как футбольные мячи на расстояние в 15 километров друг от друга. И действительно, если и стена, и мое тело состоят преимущественно из пустоты, то почему я не могу пройти сквозь стену, втиснув свои атомы между ее атомами? Почему?

Почему камни и стены твердые на ощупь и почему нам не удается совместить их пустоты со своими? Надо понять: то, что мы видим и ощущаем как твердое вещество, — это не только ядра и электроны, то есть наши “мячи” и “комары”. Ученые говорят о неких “силах”, “связях” и “полях”. По-разному взаимодействуя, они и регулируют дистанцию между атомами, и не дают развалиться самой частице. Именно за счет таких сил и полей предметы тверды на ощупь.

Когда дело доходит до таких маленьких вещей, как атомы и их ядра, разница между “материей” и “пустотой” теряет смысл. Было бы неправильным сказать, что ядро — это материя, как футбольный мяч, и что между соседними ядрами пусто. Мы определим твердые тела как те, через которые нельзя пройти. Сквозь стену пройти нельзя из-за таинственных сил, связывающих ядро с его соседями. Вот что такое твердое тело.

Жидкость — примерно то же самое, но там загадочные поля и силы не так крепко связывают атомы, поэтому частицы могут перемещаться друг относительно друга. Это значит, что ты можешь пройти через воду, но не так быстро, как через воздух. Воздух — газ (смесь газов, если быть точным), через него можно легко пройти, потому что молекулы в газе не скреплены и свободно перемещаются. Через газ трудно пробраться только в том случае, когда все его молекулы перемещаются в одном направлении, противоположном твоему движению. Это происходит, когда ты идешь против ветра (вот что такое ветер). Против порывов ветра идти еще сложнее, а во время урагана — невозможно, как и против искусственного вихря, созданного самолетной турбиной.





Мы не можем пройти сквозь твердое тело, но некоторые очень маленькие частицы, например фотоны, могут. Луч света — это поток фотонов, и они проходят через "прозрачные" твердые тела. Что-то в строении "футбольных мячей", составляющих стекло, воду или некоторые драгоценные камни, позволяет

фотонам

проходить между ними, хоть они при этом и движутся медленнее, совсем как ты, когда пытаешься идти по колено в воде.

Камни в большинстве своем непрозрачны (есть исключения, такие как кварц), и фотоны не могут сквозь них проходить. Вместо этого, в зависимости от цвета камня, они либо поглощаются, либо отражаются от его поверхности. Некоторые твердые предметы особым образом отражают фотоны — по прямой, и мы их называем зеркалами. Но большая часть твердых тел их поглощает (потому что тела непрозрачны) и рассеивает те, что отражает (в отличие от зеркала). Мы видим такие предметы *матовыми*, вдобавок они обладают определенным цветом, зависящим от того, какие фотоны от них отражаются, а какие ими поглощаются. Я вернусь к такой важной теме, как цвет, в 7-й главе — "Что такое радуга?". А пока нам надо сосредоточить свое внимание на самых маленьких вещах и заглянуть внутрь ядра — то есть "футбольного мяча".



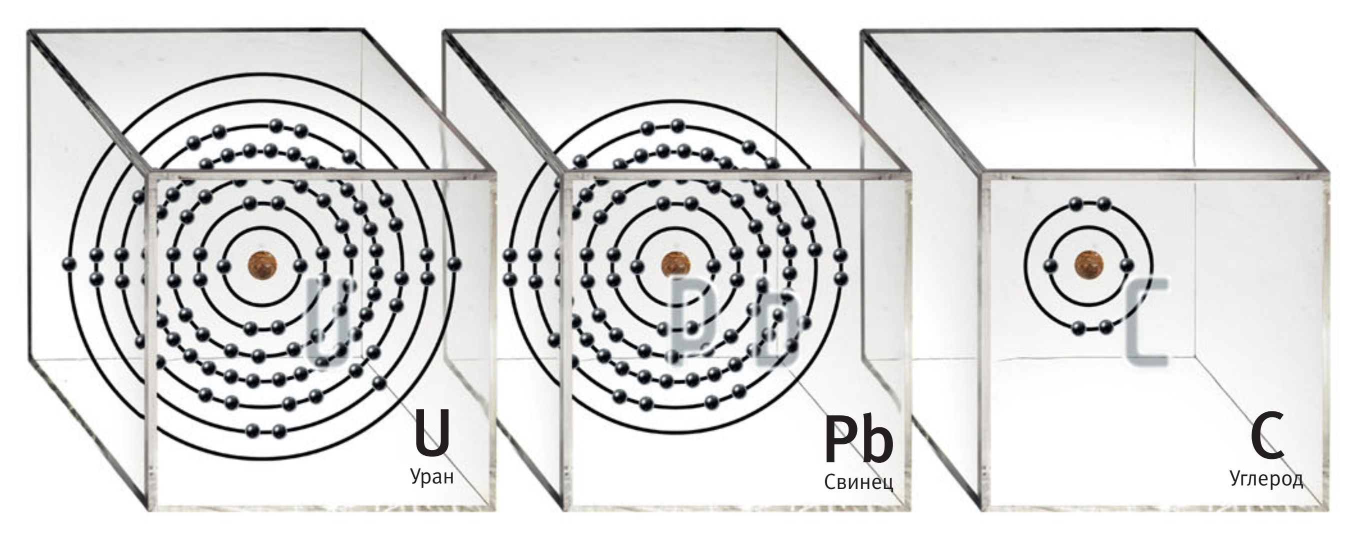
Самая маленькая в мире вещь

На самом деле ядро атома не похоже на футбольный мяч. Это было грубое сравнение. Ядро не такое круглое, как футбольный мяч. Вряд ли вообще корректно говорить о какой-либо “форме”. ВОЗМОЖНО, САМО СЛОВО **ФОРМА** как и слово “твердый”, теряет свой смысл при настолько мелком размере. А мы говорим об очень-очень мелких размерах.

Точка в конце этого предложения содержит более миллиона миллионов атомов типографской краски.

В каждом ядре содержатся более мелкие частицы — протоны и нейтроны. Если хочешь, представь их тоже шарообразными, но, как и в случае ядра, это не так. Они действительно очень-очень малы, но тем не менее в тысячу раз больше электронов — “комаров” на орбиталях около ядра. Основная разница между протоном и нейтроном состоит в том, что у протона есть электрический заряд. У электронов он тоже есть, но противоположного знака. Не будем разбираться, какой именно заряд тут имеется в виду. У нейтронов заряда нет.

Из-за того, что электроны очень-очень-очень маленькие (тогда как протоны и нейтроны — очень-очень маленькие!), массу атома по умолчанию приравнивают к массе его протонов и нейтронов. Что значит “масса”? Ты, наверное, считаешь, что масса — это как вес и ее измеряют в тех же единицах, что и вес, — в граммах или фунтах. Тем не менее вес и масса — разные вещи, и я обязательно объясню разницу в следующей главе. А пока допустим, что масса — то же, что и вес.



Масса объекта целиком и полностью зависит от того, сколько в общей сложности протонов и нейтронов у всех его атомов. Количество протонов в ядре любого атома определенного элемента всегда одно и то же, и оно равно количеству электронов на орбиталях вокруг ядра, хотя сами электроны никак на массу не влияют — они слишком малы. У атома водорода только один протон (и один электрон). У атома урана 92 протона. У свинца — 82. У углерода — 6. Для любого возможного числа от 1 до 100 (на самом деле чуть больше) существует один, и только один, элемент, у которого именно такое количество протонов (и электронов). Не буду называть их все, но вообще это не так сложно (моя жена Лалла знает их наизусть и с бешеной скоростью может перечислить — это помогает ей тренировать память и быстрее засыпать).

Количество протонов (или электронов), которыми располагает элемент, называется его порядковым номером. Таким образом у каждого элемента есть не только свое название, но и свой порядковый номер. Например, порядковый номер свинца — 82. Элементы по этим номерам собраны в периодической таблице —



не буду объяснять, почему она так называется, хоть это и интересно. Но сейчас настал момент вернуться, как я и обещал, к вопросу о том, почему, разрезая, скажем, свинец на все меньшие и меньшие кусочки, мы в определенный момент столкнемся с тем, что кусочек поменьше уже не будет свинцом. У атома свинца 82 протона. Если поделить атом так, что у него будет меньше протонов, он перестанет быть свинцом.

Количество нейтронов в ядре атома не настолько постоянно, как количество протонов: у многих элементов есть несколько версий с разным количеством нейтронов. Например, есть три изотопа углерода: углерод-12, углерод-13 и углерод-14. Цифра означает массу атома, то есть сумму протонов и нейтронов. У каждого 6 протонов. У углерода-12 — 6 нейтронов, у углерода-13 — 7, а у углерода-14 — 8. Некоторые изотопы, например углерод-14, радиоактивны, то есть превращаются в другой элемент с известной скоростью, хоть и в неопределенный момент. Ученые используют это свойство для того, чтобы рассчитывать возраст окаменелостей. Углерод-14 используется для определения возраста вещей менее древних, чем большинство окаменелостей, например старинных деревянных кораблей.

Ну что, неужели наше деление вещества на все меньшие и меньшие кусочки закончится тремя частицами — электронами, протонами и нейтронами? Нет, даже у протонов и нейтронов есть начинка. Они состоят из еще более мелких частиц — кварков. Но в этой книге я не буду их обсуждать. Не потому, что мне кажется, будто ты не поймешь, а потому, что *я сам* не понимаю этого! Мы подошли к границе неведомого и таинственного. Очень важно понимать пределы того, что мы понимаем. Я не к тому, что мы никогда не постигнем этих явлений. Может, и постигнем, и ученые изо всех сил стараются к этому приблизиться. Мы должны знать, что именно мы не понимаем, и признавать это сразу, пока не начали с чем-либо работать. В мире существуют ученые, которые хоть что-то понимают в чудесной стране самых маленьких частиц, но я к ним не отношусь. Я знаю предел своих возможностей.



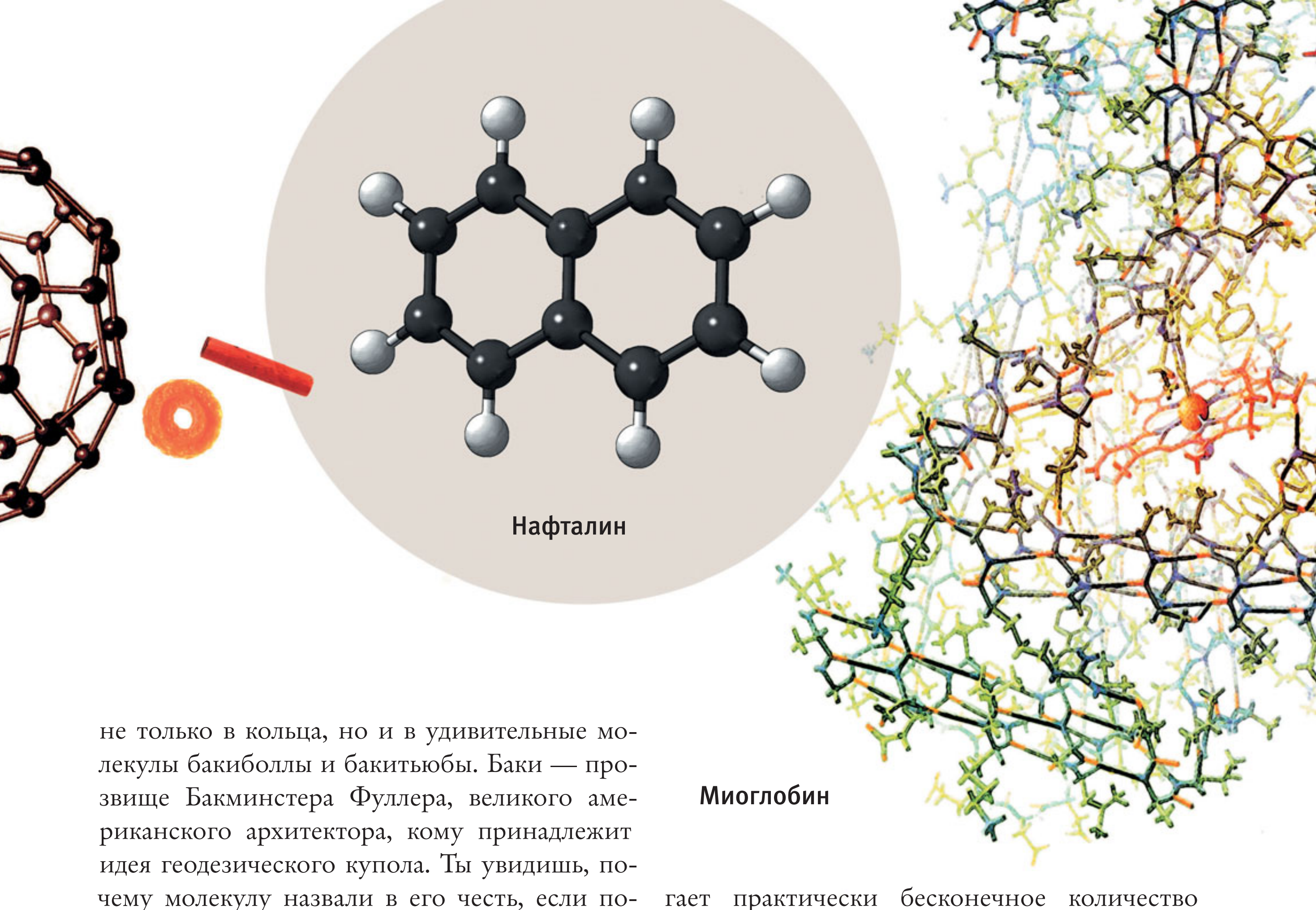
Октан

Углерод — основа жизни

Все элементы особенные. Но один из них, углерод, настолько важен, что ему я посвящу весь остаток главы. Химия углеродных соединений удостоилась отдельного названия, отличающего ее от остальной химии, — органическая химия. Так почему же углерод такой особенный?

Причина в том, что атомы углерода соединяются в цепи. Химическое соединение октан (сверху), входящий, как ты, возможно, знаешь, в состав топлива, — достаточно короткая цепочка из восьми атомов углерода (черные шары на картинке) с атомами водорода (серые шары) по бокам. Удивительно, что углерод способен образовать цепочки любой длины, некоторые насчитывают сотни атомов в длину. Иногда цепочки замыкаются в кольца. Например, справа сверху — нафталин (из него делают шарики от моли), чьи молекулы тоже состоят из углерода с водородом, но на этот раз с двумя кольцами. Химия углеродных соединений очень похожа на конструктор *Tinkertoy*.

Химики научились в лабораториях соединять атомы углерода



Нафталин

Миоглобин

не только в кольца, но и в удивительные молекулы бакиболлы и бакитьюбы. Баки — прозвище Бакминстера Фуллера, великого американского архитектора, кому принадлежит идея геодезического купола. Ты увидишь, почему молекулу назвали в его честь, если посмотришь на рисунок внизу. Бакиболлы и бакитьюбы были искусственно созданы учеными. Они наглядно демонстрируют, что углеродный “конструктор” может образовывать гигантские каркасоподобные структуры. (Недавно обнародовали прекрасную новость: бакитьюбы нашли в открытом космосе, в пылевом облаке около одной далекой звезды.)

Химия углерода предлагает практически бесконечное количество возможных молекул разных форм, и тысячи из них можно найти в живых организмах. На рисунке сверху изображена очень большая молекула миоглобина, в миллионах копий распределенная по всем нашим мышцам. На иллюстрации не показаны отдельные атомы, только связи между ними.

Не все атомы в миоглобине принадлежат углероду, но именно они являются основой этого конструктора. Только благодаря им появилась жизнь. А теперь подумай: миоглобин — одна из тысяч сложнейших молекул в клетках животных, и органическая химия предоставляет широчайшие возможности, чтобы построить такую сложную вещь, как целый организм. Также и ты мог бы построить все что угодно, если бы в твоем “конструкторе” было достаточно деталей.

А где мифы?

Данная глава необычна тем, что в начале не было пересказа мифов. Так произошло по одной причине: весьма сложно найти какие-нибудь мифы про атомы. Другое дело — солнце, радуга, землетрясения. Первобытных людей не очень интересовал занимательный мир мельчайших частиц. Если немного подумать, тут нет ничего удивительного. У них не было способов узнать, что подобная мелочь вообще существует, поэтому и не потребовалось никаких мифов для объяснения. Так было до изобретения микроскопа в XVI веке, после чего люди обнаружили, что пруды и озера, почва и пыль, даже наши тела кишат маленькими живыми существами, слишком маленькими, чтобы их увидеть, сложными и по-своему красивыми или страшными, зависит от точки зрения.

Существа на картинке внизу — пылевые клещи, дальние родственники пауков, но они настолько малы, что мы их видим как крошечные точки. Их тысячи в каждом доме, они ползают по всем коврам и кроватям, в том числе и по твоей.

Представь, какие бы мифы и легенды придумал пещерный человек, если бы знал об их существовании! Но никто о них и понятия не имел до изобретения микроскопа, следовательно — никаких мифов. И при этом даже в таком маленьком пылевом клеще больше сотни триллионов атомов.

Мы не видим пылевых клещей, а клетки, из которых они состоят, — еще меньше. Бак-



терии, живущие в клещах, — и того меньше в большинстве своем.

Атомы намного, намного меньше бактерий. Весь мир состоит из мельчайших деталей, не видимых невооруженным глазом, и при этом ни в одной из так называемых священных книг, которые, как многие до сих пор верят, были даны нам всезнающим богом, нет ни одного упоминания о чем-то подобном! На самом деле, если посмотреть на собранные там мифы и легенды, легко убедиться: в них нет ни слова о том, что наука все время терпеливо доказывала. Не сказано, насколько велика Вселенная, не сказано, как лечить рак, не упомянуто ни об устройстве двигателя внутреннего сгорания, ни о микробах, ни о ядерном синтезе, ни об электричестве или обезболивающих. И неудивительно! В священных книгах информации не больше, чем в головах древних народов, их сочинивших! Если священные книги были написаны или продиктованы всезнающими богами или боги по крайней мере вдохновляли авторов, то не кажется ли тебе странным, что они могли забыть хотя бы одну из таких важных и полезных вещей?



5 Откуда берутся ночь

Наши жизни подчиняются двум важнейшим ритмам. Один из них медленнее, чем другой. Тот, что побыстрее, — ежедневная смена света и тьмы, повторяющаяся каждые 24 часа, а медленный — смена лета и зимы с периодом чуть большим 365 дней. Неудивительно, что оба ритма породили мифы. Цикл дня и ночи особенно часто там упоминается, настолько живописен путь солнца с востока на запад. Некоторые народы даже представляли солнце в виде золотой колесницы, в которой бог пересекает небо.



Австралийские аборигены были изолированы на своем континенте больше 40 тысяч лет, и у них сохранились одни из самых древних мифов. Действие в основном происходит во Времена Грез, когда мир был еще молод и населен животными и предками-великанами. У каждого племени аборигенов свои мифы о Временах Грез. Миф, который я сейчас перескажу, принадлежит племени, живущему на хребте Флиндерс в южной части Австралии.

Во Времена Грез дружили две ящерицы: гоанна (австралийское название крупного варана) и геккон (прелестная ящерка с присосками на пальцах, благодаря которым она ползает по вертикальным поверхностям). Од-

и день, зима и лето?



нажды ящерицы-подруги обнаружили, что несколько их знакомых были убиты женщиной-солнцем и стаей ее желтых собак динго. Большая гоанна рассердилась на женщину-солнце, кинула в нее свой бумеранг и сбросила с неба. Солнце упало за горизонт на западе, и мир пог во тьму. Ящерицы запанико и тщетно пытались вытащи солнце назад на небо и вер нуть свет. Гоанна взяла другой бумеранг и кинула его на запад, туда, куда пропало солнце. Как ты знаешь, бумеранг — чудесное оружие, которое возвращается к тому, кто его метнул, поэтому ящерицы надеялись, что он зацепит солнце и вернет на небо. Но не вышло. Тогда они начали метать бумеранги во всех направлениях, лелея надежду достать солнце. Наконец у ящерицы гоанны остался последний бумеранг. В отчаянии она кинула его на восток, в сторону, противоположную той, где скрылось солнце. На этот





раз бумеранг вернулся, да еще и с солнцем. С тех пор солнце каждый день повторяет один и тот же путь, исчезая на западе и снова появляясь на востоке.

У многих мифов и легенд со всего мира есть одна странная общая особенность: однажды что-то происходит, а потом без видимых причин то же самое повторяется вновь и вновь.

Вот еще один миф, на этот раз от аборигенов юго-восточной Австралии. Кто-то закинул на небо яйцо эму (это такой австралийский страус). Солнце вылупилось из яйца и зажгло кучу хвороста (непонятно как там оказавшуюся). Небесный бог заметил, что свет полезен для людей, и приказал своим слугам каждую ночь собирать дрова на небе, чтобы ежедневно освещать землю.

Более длительные смены сезонов тоже часто описывают в мифах всего мира. У коренных жителей Северной Америки, как и у многих других, главные герои мифов — животные. Следующий миф принадлежит народу талтан из западной части Канады. Поспорили как-то дикобраз и бобер о том, сколько должны длиться времена года. Дикобраз хотел, чтобы зима длилась пять месяцев — по количеству пальцев на его лапе. Бобер считал, что зима должна быть гораздо дольше — столько месяцев, сколько полосок у него на хвосте. Дикобраз рассердился и потребовал сократить сроки для зимы. Он в ярости откусил себе палец и поднял вверх оставшиеся четыре. И с тех пор зима длится четыре месяца. Этот миф немного меня разочаровал, потому что в нем уже есть зима и лето, а объясняется только их продолжительность. Греческий миф о Персефоне в этом смысле гораздо лучше.

Персефона была дочерью главного бога Зевса. Ее матерью была Деметра, богиня земледелия и плодородия. Деметра очень любила Персефону, и та ей помогала по хозяйству.

Аид, хозяин подземного мира, царства мертвых, тоже полюбил Персефону. Однажды она гуляла на цветущем лугу, и вдруг земля разверзлась и оттуда появился Аид. Он похитил Персефону и сделал ее повелительницей своего мрачного царства. Деметра так горевала об утрате любимой дочери, что все растения завяли, и на земле начался голод. Зевс послал Гермеса, бога-вестника, в подземный мир, чтобы вернуть Персефону в мир жизни и света. К несчастью, выяснилось, что Персефона съела шесть гранатовых зернышек, и это значило (по странной мифической логике, к которой мы уже привыкли), что каждый год ей надо возвращаться в царство Аида на шесть месяцев (по одному на каждое зернышко). Таким образом Персефона проводит шесть месяцев, то есть весну и лето, на земле. В это время растения цветут и все хорошо и спокойно. Но зимой ей приходится возвращаться к Аиду — из-за тех роковых гранатовых зернышек, и тогда земля становится холодной и бесплодной.



Почему на самом деле сменяются день и ночь, зима и лето?

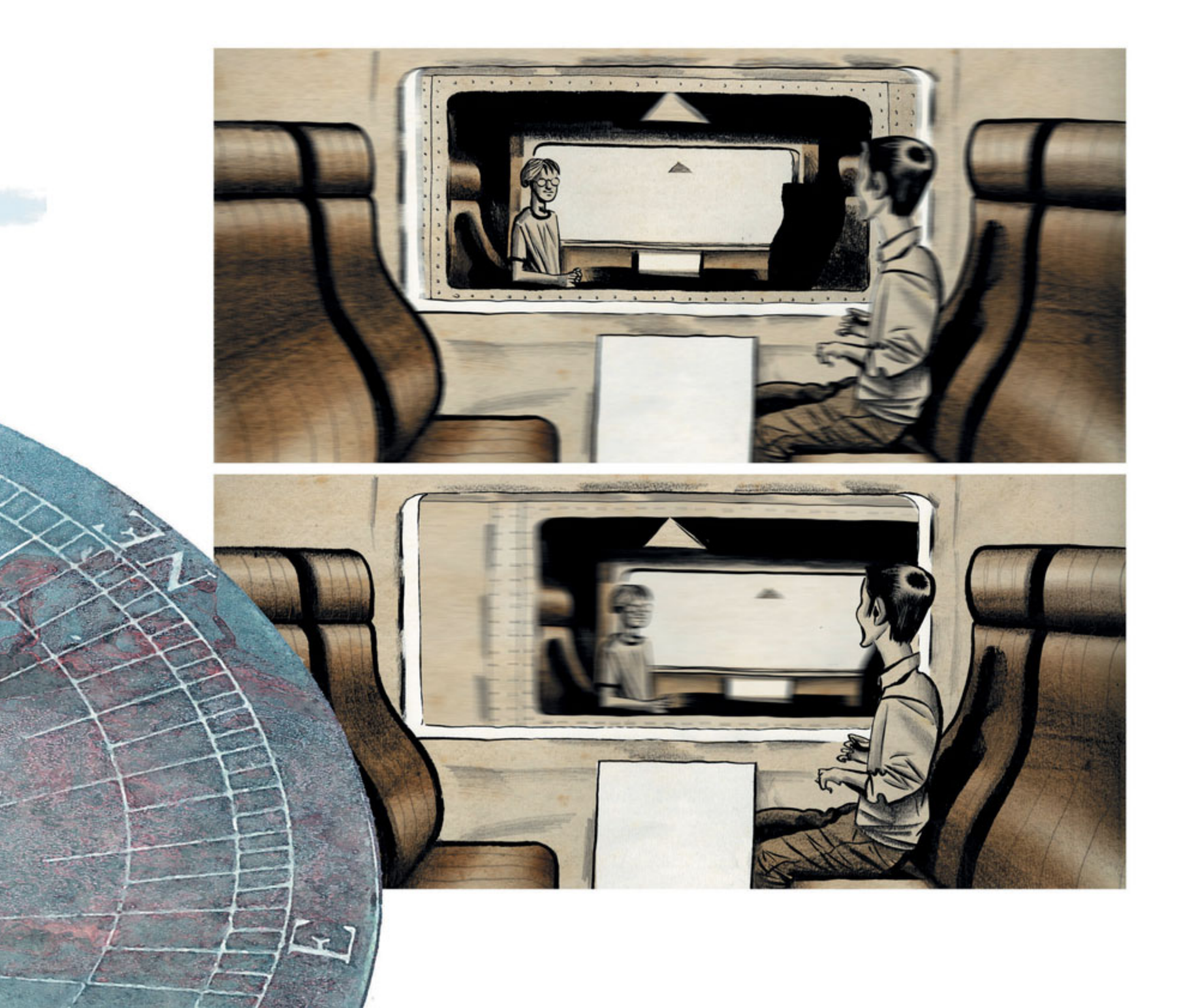
Если нужно найти объяснение каким-либо ритмичным и регулярным изменениям, ученые проводят аналогии либо с раскачивающимся маятником, либо с вращением одного предмета вокруг другого, как в случае суточных и годовых ритмов. Смена времен года происходит за счет вращения Земли вокруг Солнца по орбите радиусом 150 миллионов километров. Суточный ритм объясняется вращением нашей планеты вокруг своей оси — подобно волчку.

То, что Солнце движется по небу, — всего лишь иллюзия. Иллюзия *относительного движения*. Мы довольно часто сталкиваемся с подобными иллюзиями. Представь: ты в поезде, а у соседней платформы стоит другой поезд. Внезапно тебе кажется, что ты движешься. Но потом ты понимаешь, что стоишь на месте. На самом деле отправляется другой поезд, в обратном направлении. Помню, как меня заинтересовала эта иллюзия во время моего первого путешествия на поезде. (Скорее всего, я был тогда совсем маленьким, потому что многое понимал неправильно. Пока мы стояли на платформе, родители все время говорили: “Скоро подойдет наш поезд”, “А вот и наш поезд идет”, “Наш поезд прибыл”. Я никак не мог дождаться момента, когда мы сядем в *наш* поезд. Я шел по вагону, внимательно все разглядывая, и чуть ли не лопался от гордости, ведь я считал, что внутри все нам *принадлежало*.)



Иллюзия относительного движения работает и в противоположной ситуации. Пока тебе кажется, что отправляется другой поезд, на самом деле отъезжает твой. Иногда сложно отличить реальное движение от иллюзорного. Легко, когда движение поезда начинается с толчка, — не то что при плавном старте. Когда твой поезд обгоняет тот, что едет чуть медленнее, можно подумать, что твой стоит на месте, а другой медленно едет назад.

То же происходит с Землей и Солнцем. Солнце не пересекает небо с востока на запад. В действительности Земля, как и все во Вселенной (Солнце в том числе, но пока мы это опустим), крутится вокруг своей оси. Ось — понятие чисто теоретическое, ее можно представить в виде стержня, пронизывающего планету от Южного полюса к Северному. Солнце относительно Земли почти неподвижно (не обо всех космических телах можно сказать то же самое, однако здесь мы говорим именно о Земле). Мы вращаемся слишком медленно, чтобы почувствовать это, да и воздух вращается вместе с нами, иначе везде был бы сильный ветер, ведь мы движемся со скоростью полторы тысячи километров в час. По крайней мере, такова скорость вращения на экваторе. Чем ближе к Южному или Северному полюсу, тем она ниже, потому что Земле под нами надо преодолевать меньшее расстояние, чтобы совершить полный оборот вокруг оси. Мы не чувствуем вращения планеты, воздух движется вместе с нами, и все происходит, как в примере с поездами. Единственный способ увидеть собственное движение — понаблюдать за тем, что с нами не вращается, например за Солнцем и звездами. Тут мы видим относительное движение, и, как в случае с поездами, нам кажется, будто мы стоим на месте, а звезды и Солнце перемещаются по небу.



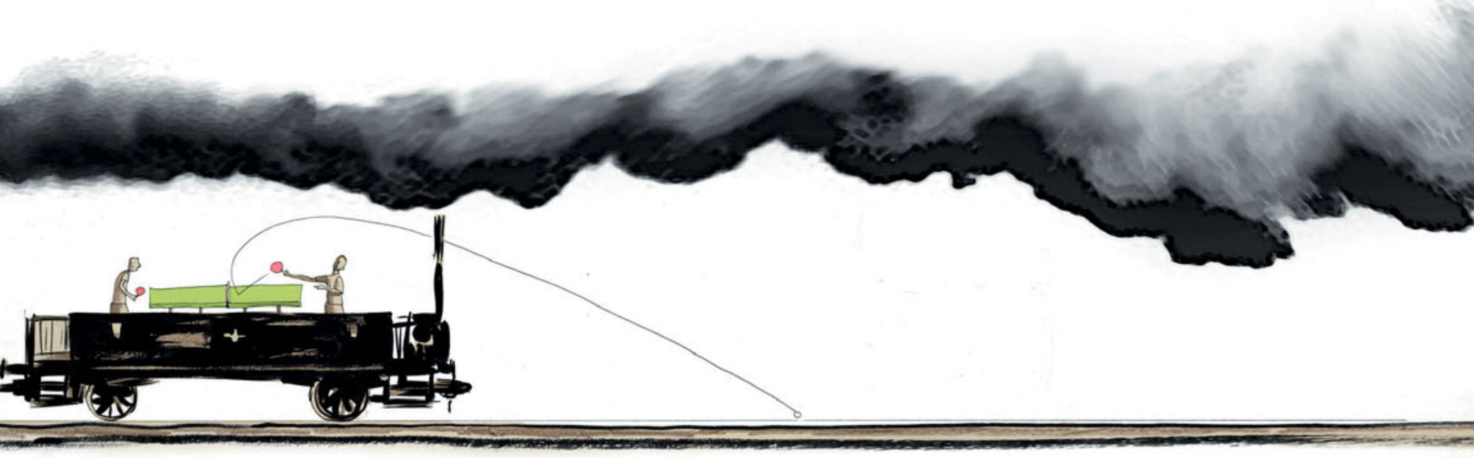

Великий мыслитель по фамилии Витгенштейн спросил свою подругу и ученицу Элизабет Анскомб:
Почему считается абсолютно естественным предполагать, что Солнце вращается вокруг Земли, а не Земля вокруг своей оси?
Мисс Анскомб ответила:
*Наверное, потому что **зрительно кажется**, будто Солнце вращается вокруг Земли*
Интересно, — возразил Виттгенштейн, —
как бы выглядело вращение Земли?
Попробуй ответь на такой вопрос!

Если Земля вращается со скоростью полторы тысячи километров в час, то почему, подпрыгнув вверх, мы не опускаемся в другом месте? Если ты находишься в поезде, едущем со скоростью 150 километров в час, то ты, подпрыгнув, приземлишься на то же место. А ведь можно предположить, что поезд собьет тебя, как только ты оторвешься от пола, но этого не происходит, потому что все остальное движется с той же скоростью. Подбрось в поезде мячик, и он упадет ровно вниз. В поезде можно спокойно сыграть обычную партию в пинг-понг, если он резко не ускоряется и не тормозит или не входит в поворот слишком быстро. (Все это можно проделать только в закрытом вагоне, иначе шарик сдует. Воздух движется вместе с тобой, если ты находишься в закрытом вагоне, а не на открытой платформе.) Когда ты едешь в закрытом вагоне с постоянной скоростью, причем не важно, как быстро, то не имеет значения, что происходит в вагоне, — ты можешь спокойно стоять или играть в пинг-понг. Но если ты подпрыгнешь, когда поезд ускоряет ход (или замедляет), то ты приземлишься в другом месте! А партия в пинг-понг в набирающем и снижающем скорость поезде превратится в странную игру, даже несмотря на то что воздух в вагоне будет абсолютно неподвижен относительно самого вагона. Мы вернемся к этому позже, когда будем обсуждать, что происходит с вещами, когда их кидаешь на орбитальной космической станции.

Разберемся с часами и с календарем

День сменяет ночь, ночь сменяет день, потому что часть мира, в котором нам довелось родиться, поворачивается к Солнцу или уходит в тень. Смена времен года, во всяком случае для тех из нас, кто живет далеко от экватора, не менее контрастна: короткие ночи и длинные теплые дни лета уступают место длинным ночам и коротким холодным зимним дням. Разница между ночью и днем настолько заметна, что большая часть животных активна либо днем, либо ночью. В “нерабочее” время они спят. Люди и большинство птиц спят ночью, а днем занимаются своими делами. Ежи, ягуары и многие другие млекопитающие бодрствуют ночью, а спят днем.

Точно так же животные по-разному справляются с чередованием зимы и лета. Некоторые млекопитающие отращивают толстую теплую шерсть на зиму, а весной ее сбрасывают. Немало птиц, и млекопитающих тоже, мигрируют, причем порой на огромные дистанции, чтобы провести зиму поближе к экватору, а потом возвращаются в более южные или северные широты на лето, когда длинные дни и короткие ночи обеспечивают изобилие пищи. Арктические крачки (есть такая морская птица) в этом смысле экстремалы. Они проводят лето в Арктике. Потом, когда там наступает осень, мигрируют





на юг, но не останавливаются на экваторе, а следуют до самой Антарктики. В книгах Антарктику иногда называют местом “зимовки” арктических крачек, но это, разумеется, бессмыслица: пока они туда добираются, там наступает лето. Арктическая крачка мигрирует так далеко, что проживает два лета за год. У нее не бывает зимовок, потому что у нее нет зимы. В связи с этим мне вспомнилась шутка одного моего приятеля, летом из Англии уехавшего в тропическую часть Африки “бороться с суровой зимой”!

Еще один способ избежать зимы — впасть в спячку. Ученые называют ее гибернацией — от латинского слова *hibernus,* “зимний”. Медведи и белки — одни из многих млекопитающих, впадающих в спячку. Некоторые животные спят всю зиму, другие иногда просыпаются, вяло что-нибудь делают и засыпают снова. Обычно температура тела у них при этом заметно понижается, а все процессы в организме замедляются — почти останавливаются. На Аляске живет лягушка, которая замерзает в толще льда, а весной оттаивает и оживает.

Даже такие животные, как мы, то есть не мигрирующие и не впадающие в спячку, должны приспосабливаться к смене времен года. Листья распускаются весной и опадают осенью, поэтому бывшие летом зелеными деревья зимой стоят голые и мрачные. Ягнята рождаются весной и первые месяцы наслаждаются теплом и сочной травой. Мы не отращиваем теплую шубу зимой, но часто ее носим.

Смену времен года нельзя не заметить, но понимаем ли мы ее причину? Многие — нет. Некоторые даже не осознают, что Земле требуется год, чтобы совершить один оборот вокруг Солнца. Вот что такое год! Согласно опросам, 19 процентов британцев думают, что этот процесс занимает месяц, примерно такой же результат в других европейских странах.

Даже среди знатоков, понимающих, что такое год, найдутся те, кто будет утверждать: Земля ближе к Солнцу летом, а зимой — дальше. Расскажите это австралийцу, встречающему Рождество в плавках на раскаленном пляже! Если вспомнить, что декабрь в Южном полушарии — середина лета, а июнь —

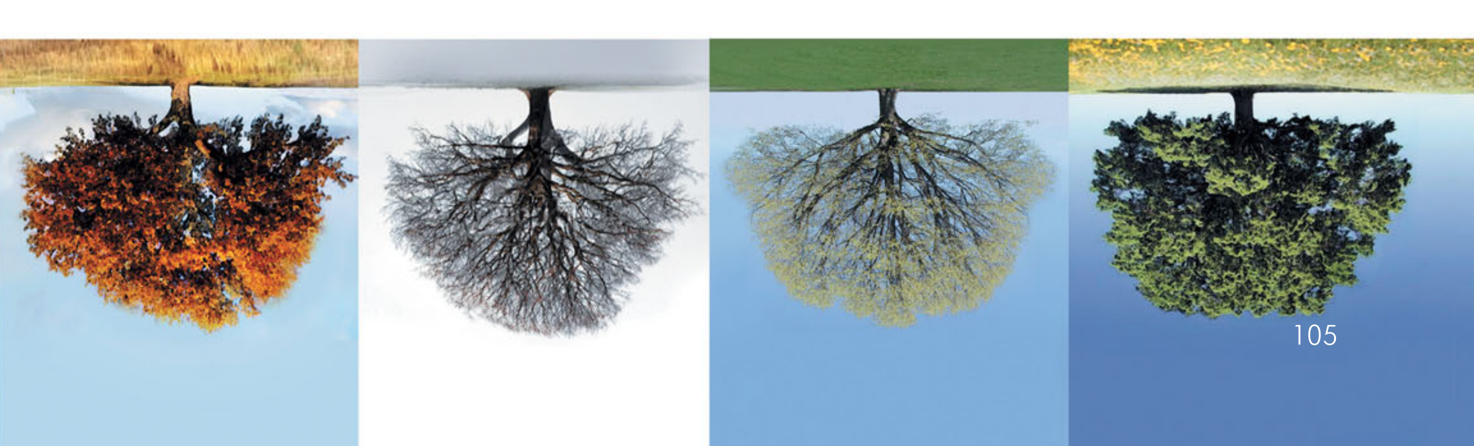
середина зимы, то ты поймешь: смена времен года не может зависеть от расстояния до Солнца. Должно быть другое объяснение.

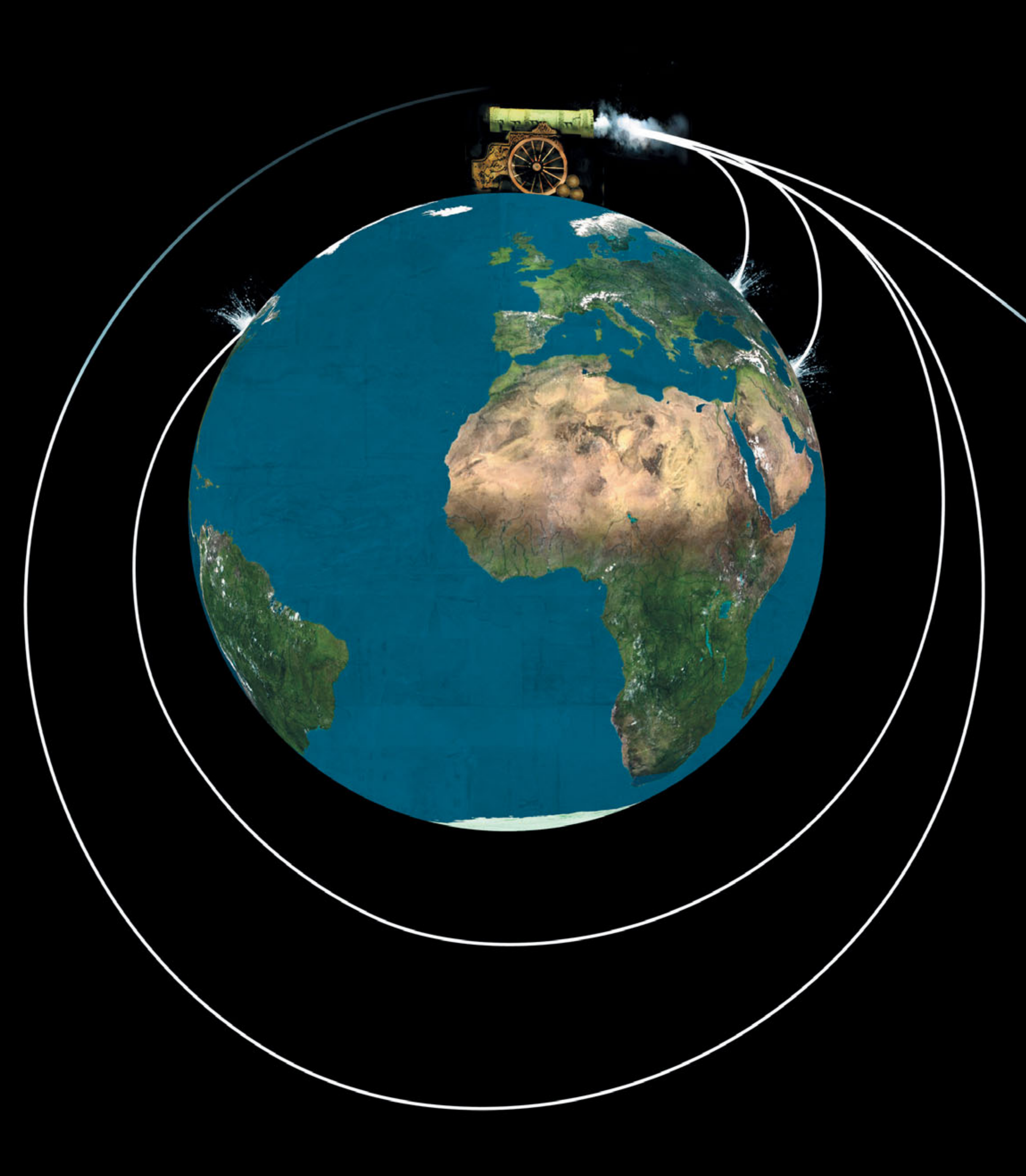
Мы многого не поймем, пока не разберемся, что заставляет одни небесные тела вращаться вокруг других. С этого и начнем.

На орбиту

Почему планеты движутся вокруг Солнца по орбите? Почему надо обязательно вращаться вокруг чего-то? Первым понял это Исаак Ньютон, один из величайших ученых всех времен. Ньютон показал, что все орбиты подчиняются силе притяжения — той же, что заставляет яблоко упасть с дерева, но в больших масштабах. (История о том, что эта идея возникла у него после того, как яблоко упало ему на голову, — скорее всего выдумка.)

Ньютон представил себе пушку на вершине очень высокой горы, стреляющую горизонтально в море (гора, по-видимому, располагалась на берегу). При каждом выстреле ядро движется горизонтально, но в то же время падает в море. В результате движения над морем и к его поверхности получается траектория в форме ниспадающей кривой, заканчивающейся всплеском. Важно понимать, что ядро опускается все время, даже в самом начале, когда кривая идет почти горизонтально. Ядро не летит горизонтально, чтобы потом вдруг упасть, как персонаж мультфильма, который летит вниз, только когда оказывается посередине пропасти и смотрит вниз. Пушечное ядро начинает падать с того самого момента, как покидает жерло, но ты не увидишь его движения вниз, потому что ядро летит горизонтально (почти) и очень быстро.





Теперь вообразим пушку побольше и помощнее — чтобы ядро пролетало много километров, прежде чем упасть в море. Траектория по-прежнему будет иметь вид ниспадающей кривой, но гораздо более плавной, “плоской”. В начале на протяжении долгого времени она очень близка к горизонтальной, но тем не менее ядро будет все время опускаться.

Представим, что пушка становится больше и больше, мощнее и мощнее и ядро преодолевает еще более долгий путь до своего погружения в море. Теперь имеет значение форма Земли. Ядро по-прежнему все время падает, но из-за геометрии поверхности планеты понятие “горизонтальность” немного меняет свой смысл. Пушечное ядро летит, как и прежде, по кривой. Но его траектория так медленно приближается к морю, что море от нее отдаляется, потому что планета круглая. Значит, теперь ядру требуется еще больше времени, чтобы наконец-то врезаться в волны. Оно падает, но падает *вокруг* планеты.

Теперь ты понимаешь логику моих рассуждений? Представь пушку настолько мощную, что ядро пролетит вокруг Земли к месту своего старта. Оно по-прежнему “падает”, но его траектория совпадает с формой Земли, поэтому оно огибает Землю, не приближаясь к поверхности моря. С этого момента ядро оказывается на орбите и будет вращаться вокруг Земли бесконечно, если его не затормозит сопротивление воздуха (в реальности сопротивление есть). Ядро будет “падать”, но плавная кривая его затянувшегося падения будет опоясывать Землю снова и снова. Оно поведет себя как маленькая Луна. На самом деле эту роль выполняют спутники — искусственные “луны”. Они всё падают, но никогда не упадут. Те из них, что используются для передачи телефонного или телевизионного сигналов на большие расстояния, находятся на так называемой *геостационарной орбите*. Это значит, что скорость их движения вокруг Земли равна скорости вращения Земли вокруг своей оси, то есть они огибают Землю за 24 часа. Если призадуматься, это значит, что они летают по орбите над одной и той же точкой на поверхности Земли. Поэтому ты можешь нацелить спутниковую тарелку на определенный спутник, передающий телевизионный сигнал.

Когда такой объект, как космическая станция, летает по орбите, то она все время “падает”, и все предметы внутри, причем не важно — легкие или тяжелые, — “падают” с той же скоростью. Мы подошли к очень правильному моменту, чтобы остановиться и объяснить разницу между массой и весом, как я и обещал в предыдущей главе.

Ни один предмет на орбитальной космической станции не обладает весом. Но масса у любых предметов есть. Их масса, как мы узнали из прошлой главы, зависит от количества содержащихся в них протонов и нейтронов. Вес — это сила, с которой гравитация действует на твою массу. На Земле мы вполне можем использовать вес, чтобы измерять массу, потому что сила притяжения везде почти одинакова. Но вот у более крупных планет гравитация сильнее, и твой вес зависит от того, на какой ты планете находишься, тогда как твоя масса остается постоянной, где бы ты ни был, даже в полной невесомости на космической станции. На ней ты не будешь обладать никаким весом, потому что и ты и весы будете “падать” с одинаковой скоростью (вы окажетесь в так называемом свободном падении), поэтому твои ноги не будут оказывать никакого давления на весы, и весы не покажут никакого значения.

Хоть ты и не будешь обладать весом, твоя масса никуда не денется. Если ты с усилием оттолкнешься от “пола” космической станции, то сразу полетишь к “потолку” (правда, непросто будет определить,

где пол, а где потолок!), и насколько бы далеко "потолок" ни был, все равно ты в него врежешься и почувствуешь боль, как если бы упал головой вниз. На космической станции все обладает своей массой. Если бы с тобой в капсуле было пушечное ядро, оно бы плавало в невесомости, и ты мог бы подумать, что оно легкое, как, скажем, волейбольный мяч точно такого же размера. Но решив кинуть ядро через всю капсулу, ты немедленно ощутил бы разницу. Не так-то просто это сделать — возможно, ты просто отлетишь назад. Ядро все равно тяжелое, несмотря на то что не стремится упасть на пол. Если у тебя получится кинуть ядро, то при встрече с любым объектом оно поведет себя как любой тяжелый предмет, и не повезет тому астронавту, которому ты попадешь (напрямую или рикошетом) ядром в голову. Окажись на его пути другое ядро, они "тяжело" отскочат друг от друга, в отличие от, например, мячей для пинг-понга, которые тоже отскочат друг от друга, но легко. Надеюсь, у тебя возникло представление о разнице между весом и массой. На космической станции масса ядра будет больше массы воздушного шарика, а вес их — одинаковым и равным нулю.

Яйцо, эллипс и эффект пращи

Теперь вернемся к нашей пушке, которая стояла на вершине горы, и добавим ей еще мощности. Что произойдет? Пришло время ознакомиться с открытием великого немецкого ученого Иоганна Кеплера, жившего незадолго до Ньютона. Иоганн Кеплер показал, что траектория, по которой одни тела движутся вокруг других в космосе, — не окружность, а кривая, известная математи-



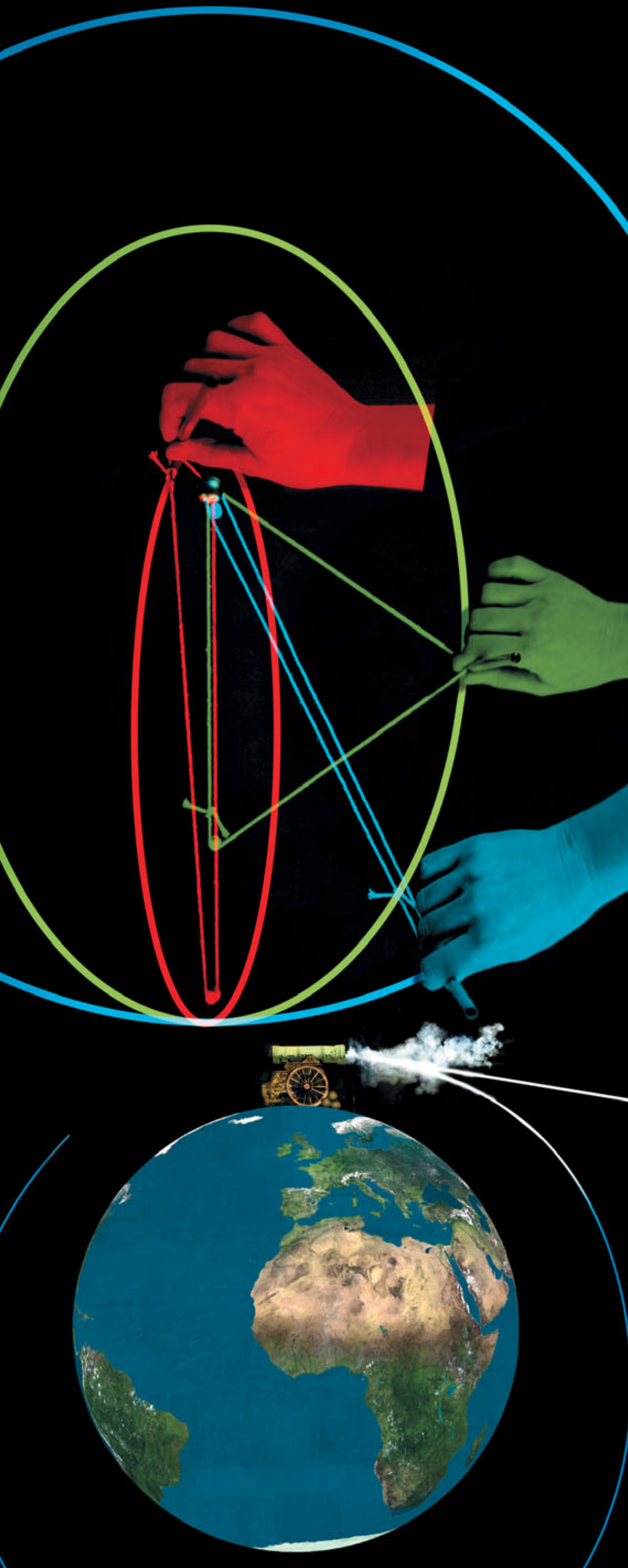


кам еще со времен древних греков: эллипс. Эллипс по форме напоминает яйцо (хотя яйцо — совсем не идеальный эллипс). Круг — частный случай эллипса, да и яйцо бывает настолько толстым, что скорее похоже на шарик для пинг-понга.

Есть простой способ не только нарисовать эллипс, но и одновременно понять, что круг — это частный случай эллипса. Возьми струну и свяжи ее концы между собой самым маленьким и аккуратным узлом. Потом воткни в лист бумаги булавку и накинь на нее струну. С другой стороны вставь в петлю карандаш и, натягивая струну, нарисуй фигуру вокруг булавки. Разумеется, получится круг.

Затем возьми вторую булавку и воткни в лист рядом с первой так, чтобы обе они соприкасались. Ты опять нарисуешь круг, потому что булавки стоят настолько близко, что их можно считать за одну. А теперь — начинается самое интересное. Переставь одну из булавок на десять — двадцать сантиметров. Нарисованная тобой фигура станет уже не кругом, а яйцеподобным эллипсом. Чем дальше находятся друг от друга булавки, тем уже получится эллипс. А чем они ближе друг к другу, тем эллипс будет шире, пока в какой-то момент булавки не соприкоснутся — и эллипс станет кругом. Тот самый частный случай.

После знакомства с эллипсом вернемся к нашей супермощной пушке. Она уже отправила снаряд на орбиту, которую мы сочли почти круглой. При большей силе выстрела орбита станет более вытянутым и менее круглым эллипсом. Такую орбиту называют эксцентричной. Наше ядро удаляется на приличное расстояние от Земли, а потом падает обратно. Земля — одна из двух "булавок". Вторая отсутствует как предмет, но будет воображаемой булавкой в открытом кос-



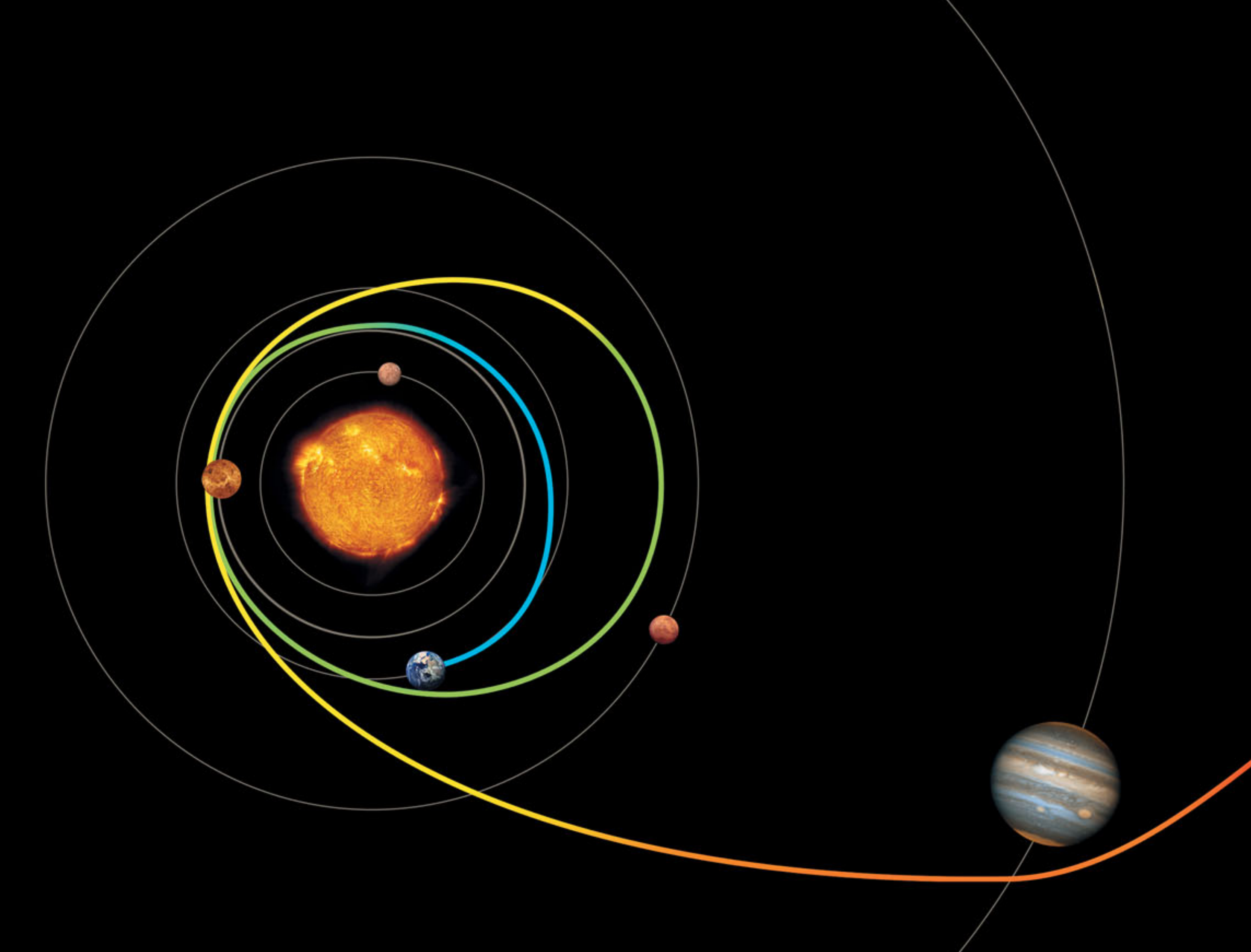
мосе. Многим ученым она помогает сделать расчеты более понятными, но если тебя эта несуществующая булавка смущает — забудь про нее. Главное — понять, что Земля — не центр "яйца". Орбита гораздо больше удалена от Земли с одной стороны (в районе воображаемой "булавки"), нежели с другой (где сама Земля — "булавка")

Продолжим увеличивать мощность нашей пушки. Ядро после выстрела улетает все дальше от Земли и возвращается вниз почти вертикально. Эллипс становится все более вытянутым. В какой-то момент он перестанет быть эллипсом и вовсе: мы выстреливаем ядром с еще большей скоростью, и оно проходит точку невозврата, за которой сила притяжения Земли не сможет вернуть его. Значит, ядро достигло второй космической скорости и исчезнет навсегда (пока его не притянет сила гравитации другого космического тела, например Солнца).

Наша пушка продемонстрировала нам все стадии образования орбиты. Сначала ядро просто плюхалось в море. Потом с возрастанием силы выстрела траектория падения ядра становится все более горизонтальной, пока в какой-то момент снаряд не наберет достаточную скорость, чтобы выйти на почти круглую орбиту (не забывай, что окружность — частный случай эллипса). Затем, когда скорость выстрела увеличивается, орбита изменяет свою форму и становится ближе к эллипсу. В конечном счете эллипс настолько вытягивается, что перестает быть эллипсом вовсе: ядро достигает второй космической скорости и в тот же момент пропадает. Формально орбита Земли вокруг Солнца — эллипс, но очень близкий к кругу. То же самое можно сказать и о других планетах, кроме Плутона (который сейчас уже не считается планетой). С другой стороны, у кометы орбита похожа на очень вытянутое, узкое яйцо. Чтобы нарисовать такой эллипс, тебе пришлось бы поставить булавки очень далеко друг от друга.

Одна из двух "булавок" для кометы — Солнце. Как и раньше, вторая "булавка" — не какой-то реальный объект в космосе, она воображаемая. Когда комета находится в своем самом дальнем от Солнца положении (оно называется *афелием*), она движется с минимальной скоростью. Комета постоянно находится в свободном падении, но часть времени отдаляется от Солнца, а часть — приближается к нему. Она медленно преодолевает афелий и направляется к Солнцу, разгоняясь все быстрее и быстрее, пока не обернется вокруг Солнца (другой "булавки") и не достигнет своей максимальной скорости в ближайшей к Солнцу точке орбиты — *перигелии*. (Слова "перигелий" и "афелий" образованы от имени греческого бога солнца Гелиоса; "пери" по-гречески — "близко", а "апо" — "далеко".) Комета проносится мимо Солнца через перигелий и улетает дальше. Потом она постепенно теряет скорость до самого афелия, после этого цикл повторяется снова и снова.

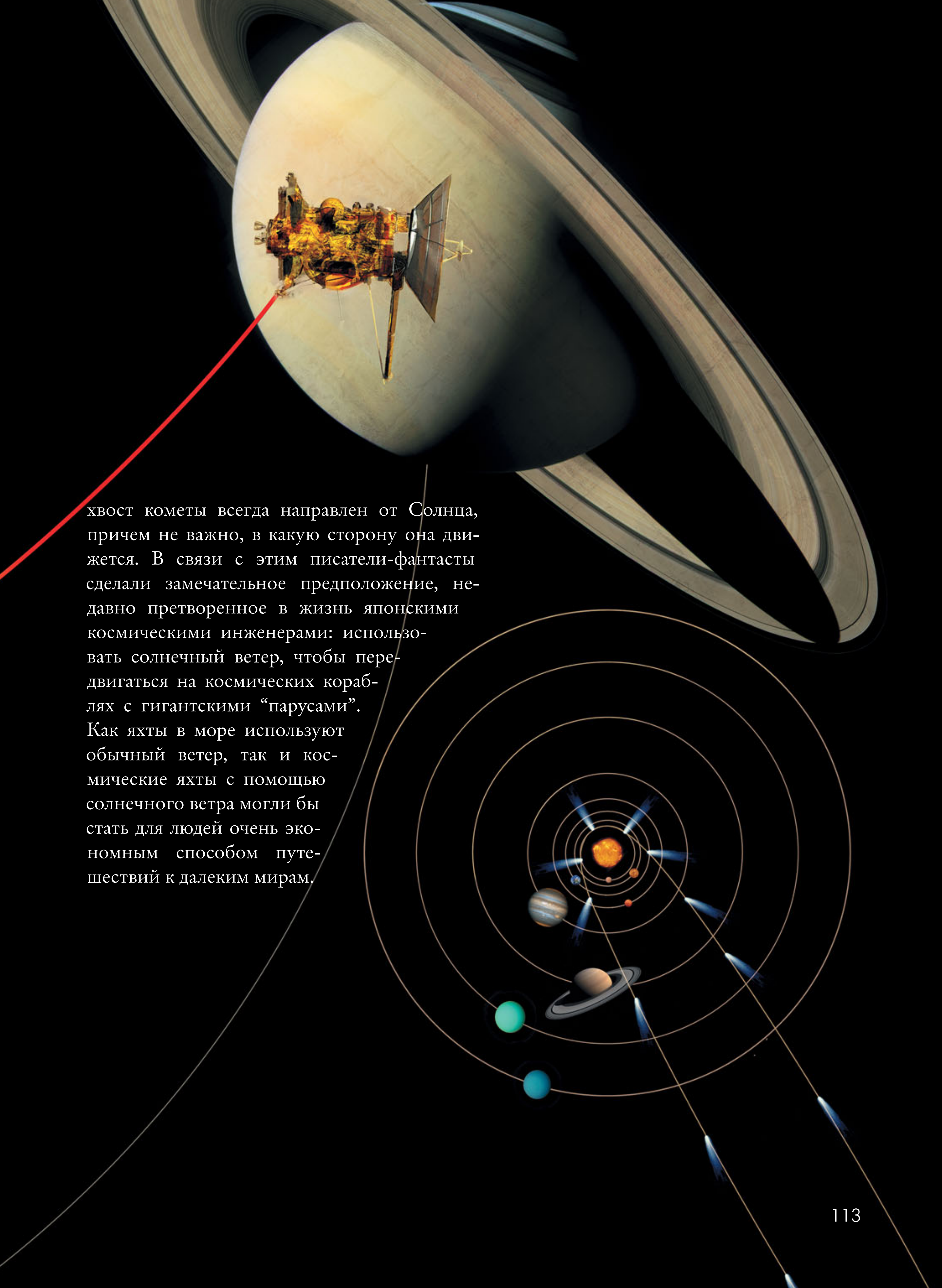
Космические инженеры научились использовать так называемый маневр или ***эффект пращи*** для экономии ракетного топлива. Зонд "Кассини", предназначенный для исследования дальней планеты Сатурн, казалось бы, достиг своей цели окольным путем, но на самом деле все было тщательно спланировано так, чтобы четырежды сработал разгоняющий *эффект пращи.* Зонд потратил не меньше топлива, чем потребовалось бы, если бы он сразу отправился прямиком к Сатурну по прямой, так как на своем пути он позаимствовал энергию гравитации и орбитального движения от трех планет — от Венеры (дважды), потом вернулся к Земле, а затем получил последний, мощный толчок от Юпитера. Вокруг каждой из трех планет он летел как комета, увеличивая скорость каждый раз при вхождении в гравитационное поле планеты. Четырежды разо-



гнавшись в гравитационном поле попутных планет, «Кассини» словно выпущенный из пращи направился к Сатурну, его системе колец и 62 спутникам, откуда зонд и сейчас присылает нам ошеломляющие снимки.

Большинство планет, как я уже говорил, движутся по почти круговым орбитам. Плутон отличается от остальных не только тем, что слишком мал, чтобы называться планетой, но и своей заметно эксцентрической орбитой. В основном она пролегает за орбитой Нептуна, но в перигелии перемещается ближе к Солнцу, чем Нептун на его почти круглой орбите. Хотя даже орбита Плутона по своей эксцентричности не может сравниться с кометой. Самая известная, комета Галлея, видна нам только в перигелионе, когда она оказывается ближе всего к Солнцу и отражает его свет. Потом по эллиптической орбите комета Галлея улетает очень далеко и возвращается к нам только раз в 75 или 76 лет. Сам я видел ее в 1986-м и даже показал своей тогда еще совсем малышке дочери Джулиет. Я прошептал ей на ушко (естественно, она ничего не поняла, но я тем не менее прошептал), что я комету больше не увижу, а вот у дочки еще будет такой шанс, когда комета вернется в 2061 году.

Кстати, хвост любой кометы — облако пыли, но оно не несется вслед за ее головой, как могло бы показаться. Вместо этого хвост "выдувается" потоком частиц, исходящих от Солнца, и этот поток частиц мы называем солнечным ветром. Таким образом



хвост кометы всегда направлен от Солнца, причем не важно, в какую сторону она движется. В связи с этим писатели-фантасты сделали замечательное предположение, недавно претворенное в жизнь японскими космическими инженерами: использовать солнечный ветер, чтобы передвигаться на космических кораблях с гигантскими “парусами”. Как яхты в море используют обычный ветер, так и космические яхты с помощью солнечного ветра могли бы стать для людей очень экономным способом путешествий к далеким мирам.

Взглянем на лето со стороны

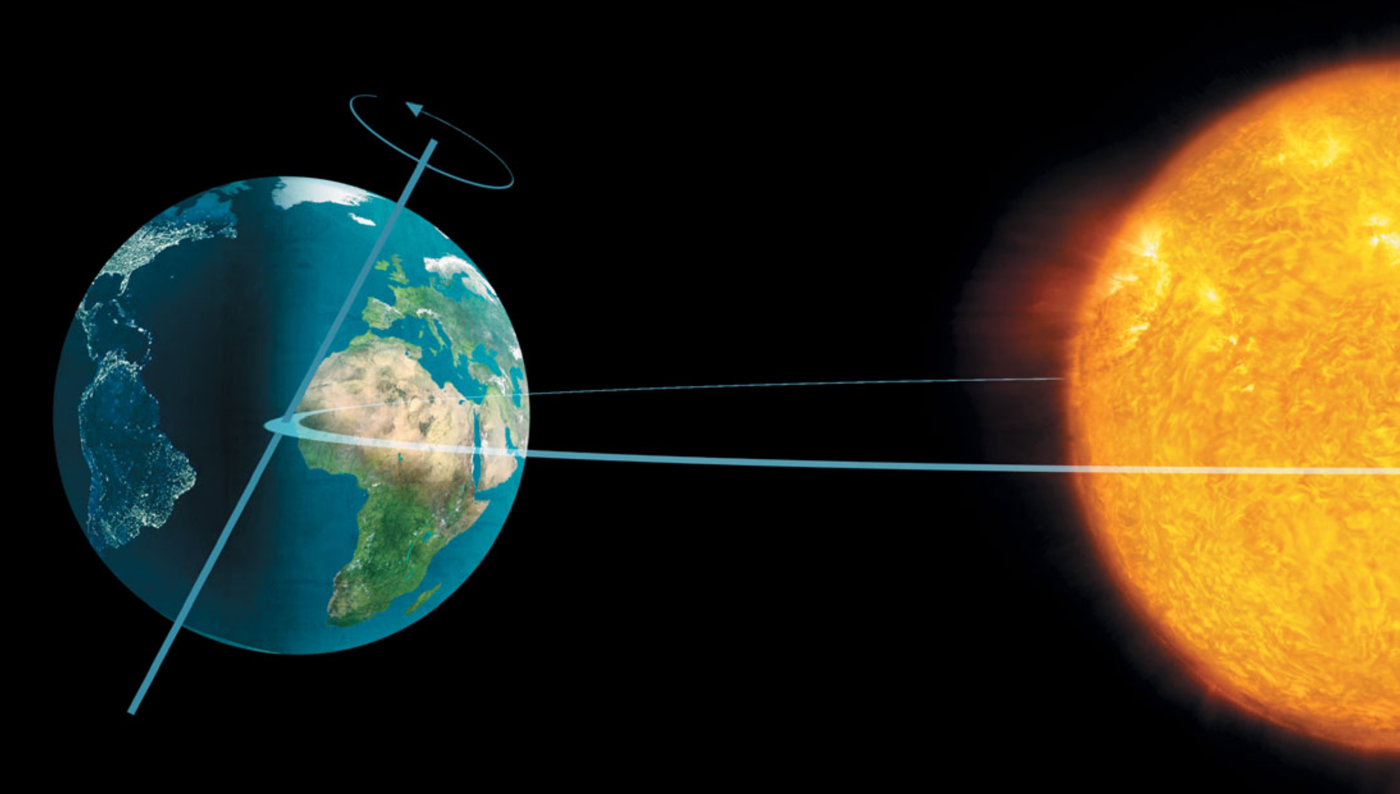
Теперь, когда мы разобрались с орбитами, вернемся к вопросу: откуда взялись лето и зима? Некоторые, как ты помнишь, неправильно думают, что летом мы ближе к Солнцу, а зимой — дальше. Это было бы хорошим объяснением, если бы у Земли была такая же орбита, как у Плутона. Именно ей Плутон обязан сменой лета и зимы (причем круглый год температура там намного ниже, чем где-либо на Земле).

Как бы то ни было, орбита Земли близка к окружности, так что расстояние до Солнца не может быть причиной смены времен года. На самом деле наша планета ближе всего к Солнцу (в перигелии) в январе, а дальше всего — в июле (в афелии), но ее эллиптическая орбита настолько близка к кругу, что разница в расстоянии ничтожно мала.

Так чем же вызывается чередование лета и зимы? Чем-то совсем другим. Земля вращается вокруг оси, расположенной под наклоном, что и является причиной смены сезонов. Давай посмотрим, как это работает.

Я упоминал раньше, что ось можно представить в виде стержня, пронизывающего планету от Северного полюса к Южному. Теперь попробуй вообразить вместо земной орбиты еще одно колесо, гораздо большего размера, со своей собственной осью, на этот раз проходящей сквозь Солнце и соединяющей его "северный" и "южный" полюса. Если бы две оси были параллельны друг другу и у Земли не было бы наклона, то полуденное солнце всегда стояло бы точно над экватором, а день и ночь были бы равной продолжительности повсюду. Не было бы времен года. На экваторе вечно стояла бы жара, а по мере приближения к полюсам становилось бы все холоднее. Чтобы охладиться, потребовалось бы просто уехать подальше от экватора, а не дожидаться зимы, потому что ее не существовало бы. Лета и других времен года — тоже.

Но оси не параллельны. Земная ось наклонена относительно оси ее вращения во-

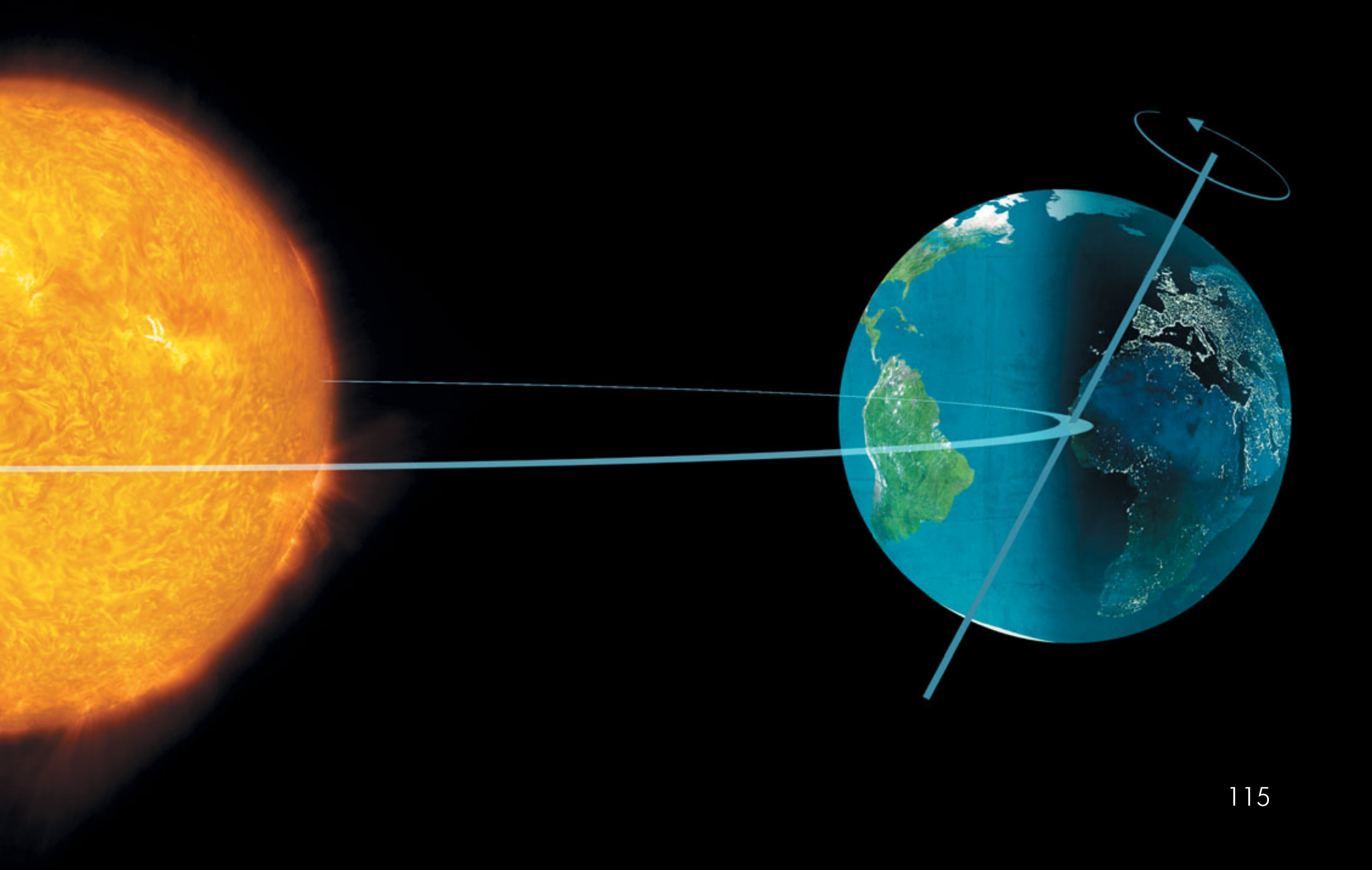


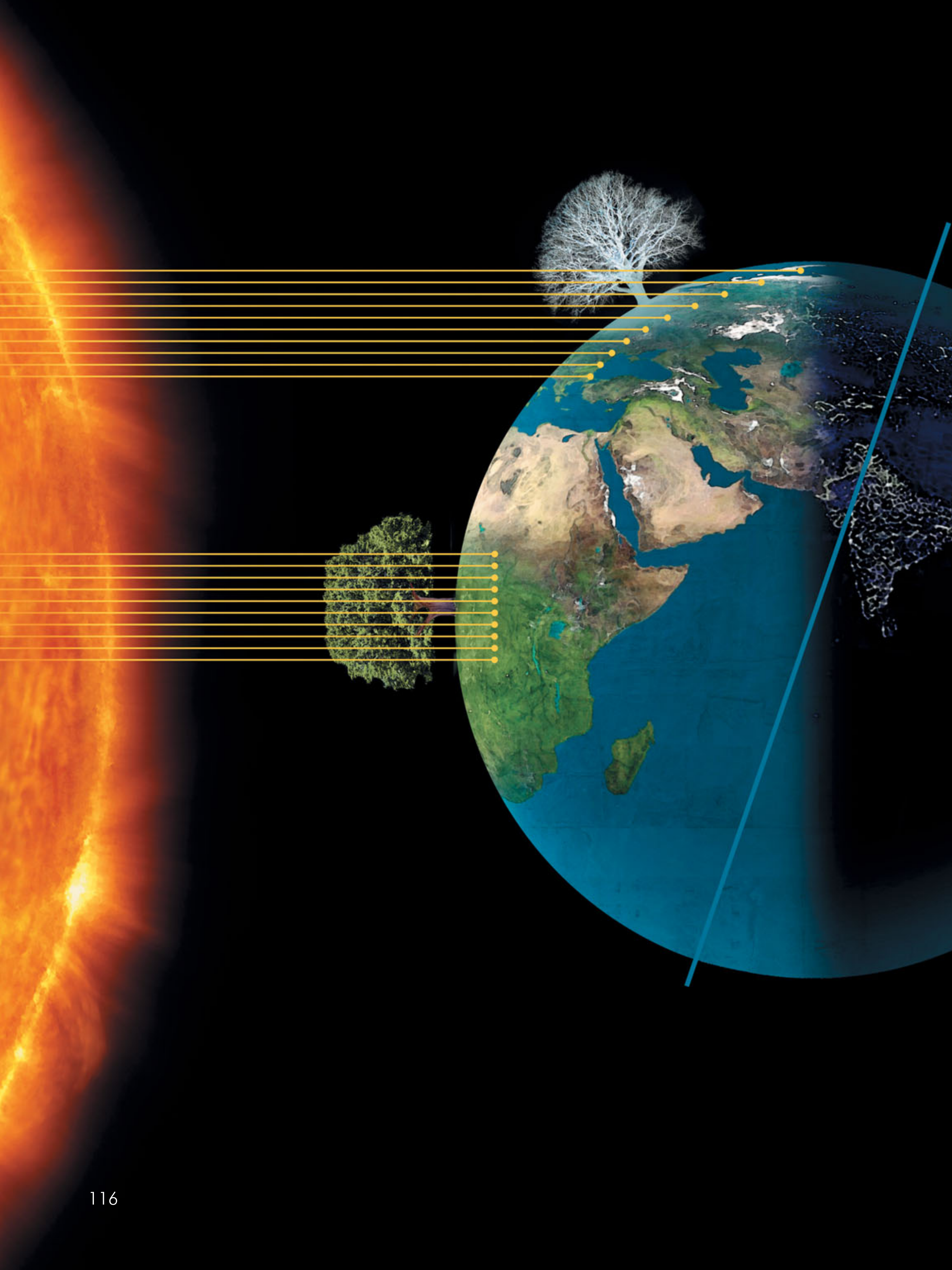
круг Солнца. Наклон не такой уж и большой — примерно 23,5 градуса. Если бы он составил 90 градусов (как у планеты Уран), то Северный полюс был бы повернут к Солнцу в одно время года (назовем его северным летом), а северной зимой смотрел бы в другую сторону. Если бы Земля была подобна Урану, то полгода Солнце светило бы на Северный полюс (ночи там не было бы), а Южный полюс пребывал в холоде и темноте. Следующие полгода все было бы наоборот.

Но наша планета наклонена только на 23,5 градуса, а не на 90, поэтому мы находимся в промежуточном положении между отсутствием смены времен года и Ураном с его контрастными сезонами. Тем не менее этого достаточно, чтобы летом на Северном полюсе Солнце никогда не заходило за горизонт. Там постоянно день, но, в отличие от Урана, Солнце не стоит над головой. Оно движется по небу по мере вращения Земли и при этом никогда не заходит за линию горизонта. Такая ситуация на территории всего Полярного круга. Если бы ты оказался ровно на самом круге, например на северо-западе Исландии, в середине лета, то увидел бы, как Солнце около полуночи скользит вдоль северной части горизонта, но так за него и не заходит, после чего постепенно возвращается к своему дневному положению (не очень высоко).

Летом в северной Шотландии, что недалеко от Полярного круга, Солнце в середине лета заходит за горизонт, и ночь все-таки есть, хоть и не очень темная, ведь Солнце по-прежнему близко к горизонту.

Таким образом наклон земной оси объясняет, почему у нас есть зима (когда та часть планеты, на которой мы находимся, расположена дальше от Солнца) и лето (ближе к Солнцу), а также почему зимой дни короче, а летом — длиннее. Но почему зимой холодно, а летом жарко? Почему жарче, когда Солнце над головой, чем когда оно низко над горизонтом? Солнце вроде бы одно и то же, тогда какая разница, где оно? Разница есть.





Только не подумай, что мы ближе к Солнцу, когда Земля к нему наклонена той стороной, где мы находимся. Различие в расстоянии бесконечно мало (всего несколько тысяч миль) по сравнению со средним расстоянием до Солнца (примерно 150 миллионов километров) и даже по сравнению с разницей в расстоянии до Солнца между перигелием и афелием (5 миллионов километров). Главное — угол, под которым падают на нас солнечные лучи, а также то, что летом дни длиннее, а зимой — короче. От угла зависит, что солнце жарче в полдень, чем на закате, и что средство для защиты от солнца нужно наносить в полдень, а во второй половине дня — не обязательно. Сочетание угла и длительности дня позволяет растениям развиваться летом интенсивнее, чем зимой, и так далее. Так почему угол так важен? Вот одно из объяснений. Представь, что ты загораешь в середине лета в полдень, и Солнце стоит у тебя прямо над головой. Определенный квадратный сантиметр кожи на твоей спине бомбардируют фотоны (мельчайшие частицы света) с частотой, которую можно подсчитать специальным прибором. Если ты загораешь в полдень зимой, когда Солнце относительно низко в небе из-за наклона оси Земли, свет достигает земной поверхности под более острым углом, поэтому то же количество фотонов распределяется по бóльшему участку кожи. Значит, изначальный квадратный сантиметр кожи получает меньше фотонов, чем в середине лета. Тот же принцип работает в случае листьев растений, а это действительно важно, потому что растения используют солнечный свет, чтобы производить себе еду.

День и ночь, лето и зима. Великие сменяющиеся ритмы, которые управляют нашими жизнями и жизнями всех живых организмов, за исключением, пожалуй, тех, кто обитает в темных и холодных морских глубинах. Другой набор ритмов, не настолько важный для нас, управляет жизнью других животных, например тех, что живут в прибрежной зоне. Эти ритмы зависят от обращений Луны и проявляются в виде приливов и отливов. Лунный цикл стал основой многих захватывающих древних мифов, например о вампирах и оборотнях. Но эту тему мне придется оставить и обратиться к самому Солнцу.



6 ЧТО ТАКОЕ СОЛНЦЕ?

Солнце, в холодных странах столь ослепительно яркое и приятное, а в южных — нещадно палящее, что многие народы поклонялись ему как божеству. Культ солнца зачастую тесно связан с культом луны, причем солнце и луна относятся к противоположным полам. В племени тив, живущем в Нигерии, как и в других племенах Западной Африки, верят, что солнце — сын их высшего божества Авондо, а луна — его дочь. Племя баротсе из Юго-Восточной Африки считает, что солнце приходится луне скорее мужем, нежели братом. В большинстве мифов солнце — мужчина, а луна — женщина, но случается и наоборот. В японской религии синтоизме солнце отождествляется с богиней Аматэрасу, а луна — с ее братом Цукиеми



Великие цивилизации, процветавшие в Южной и Центральной Америке до прихода испанцев, тоже поклонялись солнцу. Инки из Анд верили, что солнце и луна — их предки. Некоторые боги мексиканских ацтеков — те же, что и у других, более древних цивилизаций того же региона, например майя. Одни божества были связаны с солнцем, другие самим солнцем и являлись. В ацтекском мифе о пяти солнцах говорится, что до нынешнего мира существовало еще четыре и в каждом было свое солнце. Предыдущие миры один за другим уничтожались катастрофами, часто насланными богами. Первым солнцем был бог по имени Черный Тескатлипока. Однажды он сразился со своим братом Кетцалькоатлем, который сбил его с неба палицей. После периода тьмы без солнца Кетцалькоатль стал следующим солнцем. Разозлившись, Тескатлипока превратил всех людей в обезьян, после чего Кетцалькоатль сдул всех обезьян.

Место третьего солнца занял бог Тлалок. Он разгневался, когда Тескатлипока украл его жену Ксочикетцаль, и прекратил все дожди, из-за чего началась ужасная засуха. Днями и ночами люди молили его о дожде, и Тлалок настолько пресытился их просьбами, что послал на землю вместо обычного дождя огненный. Мир сгорел, и богам пришлось все создавать заново.





Четвертым солнцем стала новая жена Тлалока — Чальчиутликуэ. Начиналось все хорошо, но потом Тескатлипока так ее расстроил, что она проливала реки кровавых слез на протяжении 52 лет без остановки. Мир утонул в крови, и боги опять все восстановили с нуля. Забавно, не правда ли, как в мифах уточнены некоторые детали? Почему ацтеки решили, что она рыдала 52 года, а не 51 или 53?



Пятым солнцем, которое, по мнению ацтеков, мы видим на небе и по сей день, был бог Тонатиу, также известный как Уицилопочтли. Его мать Коатликуэ родила его, случайно забеременев от шара из перьев. Нам такое кажется странным, но для человека, воспитанного на традиционных мифах (другая ацтекская богиня зачала от фляги из высушенной тыквы), это нормально. 400 сыновей Коатликуэ пришли в ярость от того, что их мать снова беременна, поэтому решили ее обезглавить. Как бы то ни было, она успела родить Уицилопочтли. Он родился вооруженным до зубов и незамедлительно убил всех своих братьев, кроме нескольких, которые бежали “на юг”. После этого Уицилопочтли заступил на должность пятого солнца.



Ацтеки верили, что в честь бога солнца необходимо приносить человеческие жертвы, иначе на следующее утро оно не появится на востоке. Очевидно, им не случалось отменить ритуал и убедиться, что солнце все равно взойдет. Сами жертвоприношения прославились невиданной жестокостью. К закату цивилизации ацтеков, когда пришли испанцы (со своими понятиями о жестокости), культ достиг кровавого апогея. При освящении Великого храма в Теночтитлане в 1487 году было убито от 20 до 80 тысяч человек. Богу подносили разные дары, но больше всего он любил человеческую кровь и еще трепещущие человеческие сердца. Одной из главных целей войны было захватить побольше пленных, чтобы принести их в жертву, вырезав им сердца. Церемония обычно происходила где-нибудь на возвышении (чтобы быть поближе к солнцу), например на вершине той или иной знаменитой пирамиды, которые строили ацтеки, майя и инки. Четыре жреца удерживали на алтаре жертву, а пятый орудовал ножом. Его задача была как можно быстрее вырезать сердце и вознести его еще бьющимся к солнцу. Тем временем окровавленный труп сбрасывали по ступенькам вниз, к основанию пирамиды, где его расчленяли старики, а потом иногда использовали для приготовления ритуальной еды.

Пирамиды связаны и с другой древней цивилизацией — Египтом. Древние египтяне тоже поклонялись солнцу. Одним из главных богов у них был Ра — бог солнца.



В египетских легендах небо является телом богини Нут, распростертым над землей. Каждый вечер она проглатывает солнце, а следующим утром рождает его.

Многие северные народы, а также древние греки слагали легенды о том, что солнце — колесница, мчащаяся по небу. Греческого бога солнца звали Гелиос, и от его имени образованы многие научные термины, как мы убедились в 5-й главе.

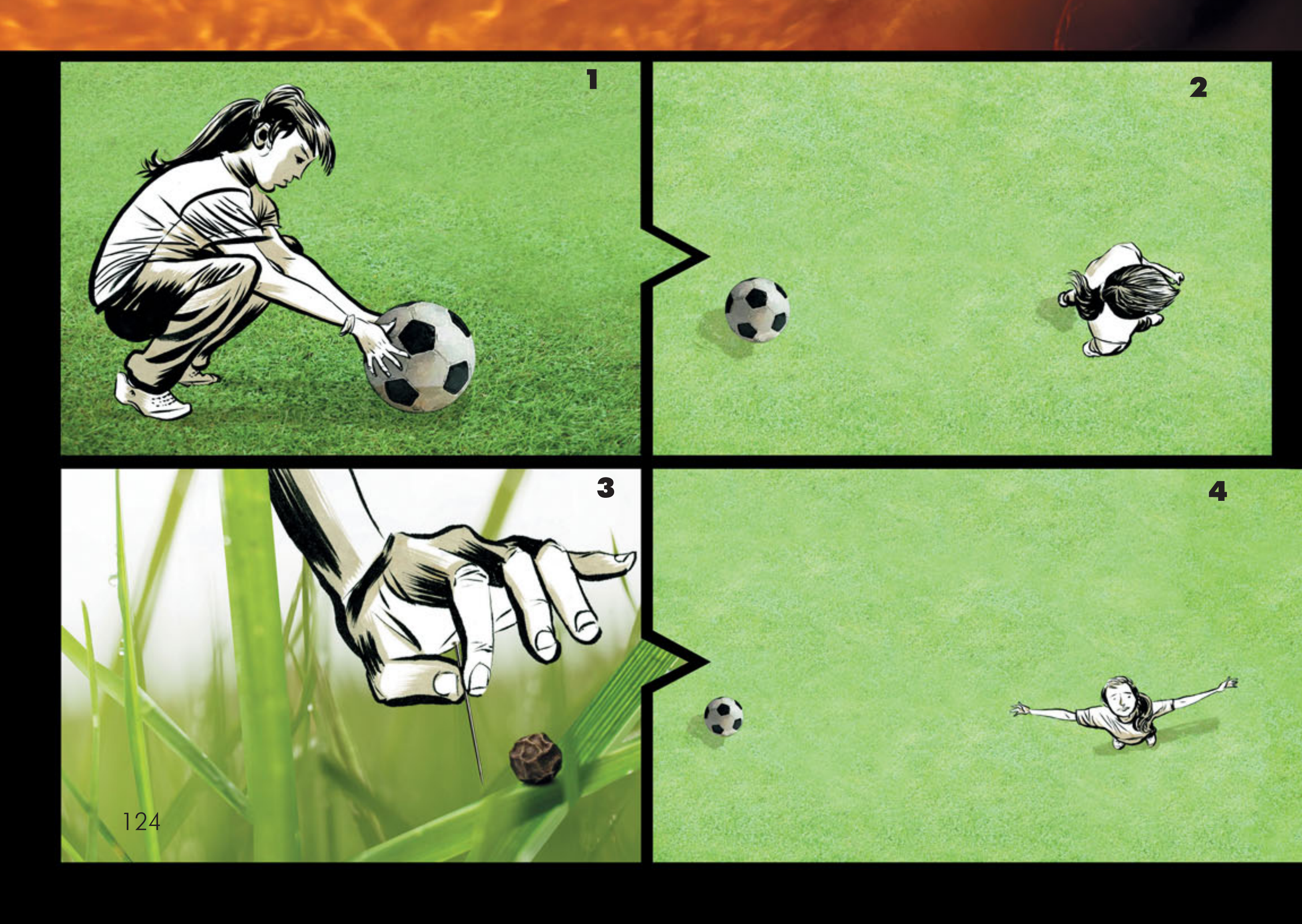
В других мифах солнце — не бог, а одно из его первых творений. В мифе одного иудейского племени из пустынь Ближнего Востока бог Яхве создал свет в первый из шести дней творения, и, что удивительно, солнце он создал только на четвертый день! “И создал Бог два светила великие: светило большее, для управления днем, и светило меньшее, для управления ночью, и звезды”. Откуда был свет, пока не появились солнце и звезды, не сказано.

Пора вернуться к реальности и к истинной природе Солнца, подтвержденной научными исследованиями.

Что такое Солнце на самом деле?

Солнце — это звезда. Она ничем не отличается от многих других, просто наша планета расположена к ней очень близко, поэтому нам она кажется больше и ярче остальных. По той же причине Солнце, в отличие от других звезд, дает тепло, вредит глазам, если смотреть прямо на него, и обжигает кожу, если мы слишком долго загораем. Оно к нам не просто *немного* ближе — оно гораздо ближе. Нелегко осознать, насколько далеки звезды и насколько огромен космос. Вернее, это не только сложно, это практически невозможно.

Есть чудесная книга Джона Кэссиди "В поисках Земли", где он пытается это понять, используя модель другого масштаба.



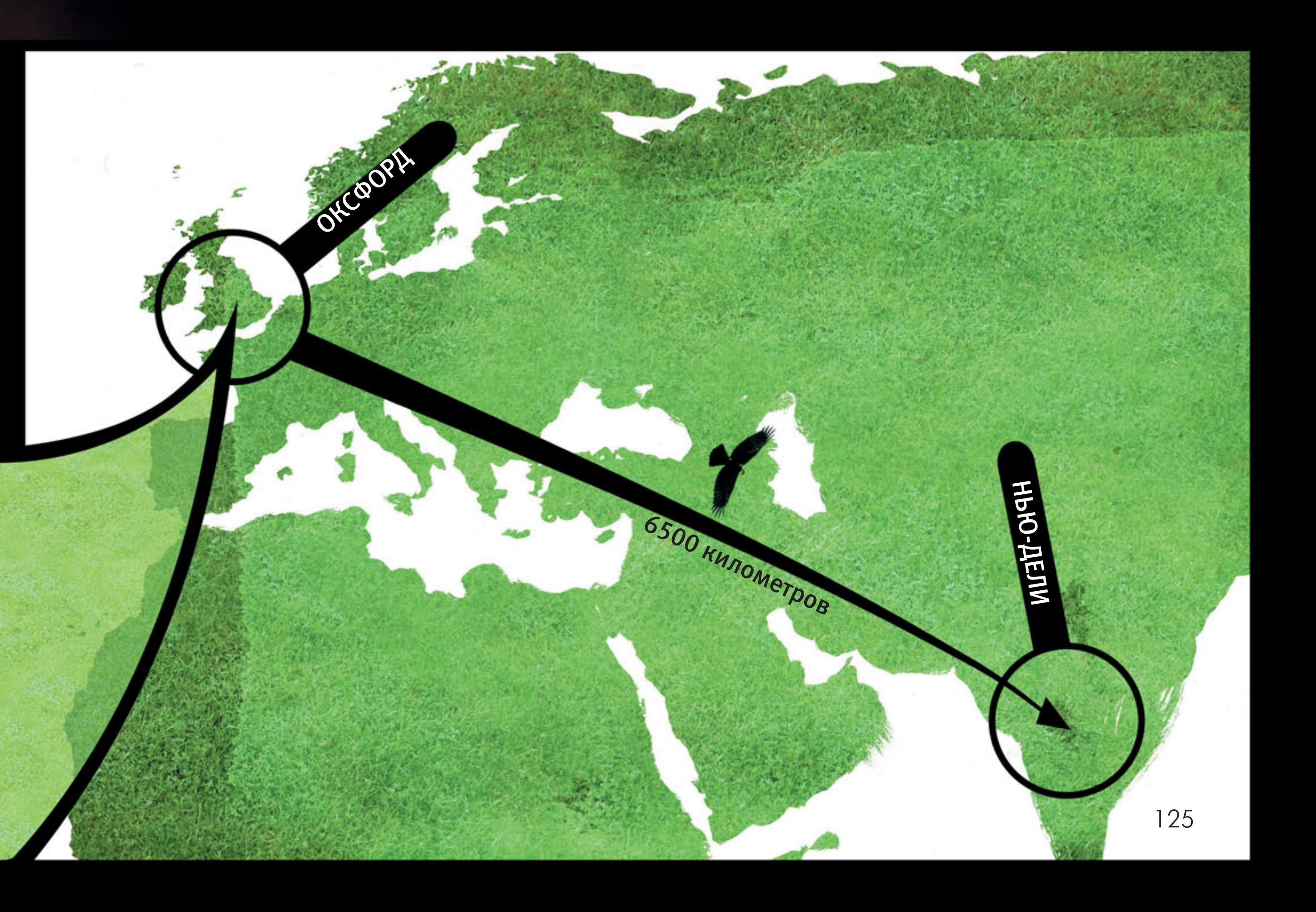
1 Выйди на большое поле и положи на землю футбольный мяч. Это будет Солнце.

2 Отойди от него на 25 метров и положи на траву перечное зернышко — Землю.

3 В том же масштабе Луна будет булавочной головкой в 5 сантиметрах от зернышка.

4 Ближайшая к нам звезда, Проксима Центавра, будет другим футбольным мячом (чуть меньше размером), расположенным в… погоди-ка… 6 500 километрах!

Возможно, вокруг Проксимы Центавра, как и вокруг большинства звезд, вращаются планеты. И расстояние от звезды до планеты обычно очень мало по сравнению с дистанцией до соседней звезды.



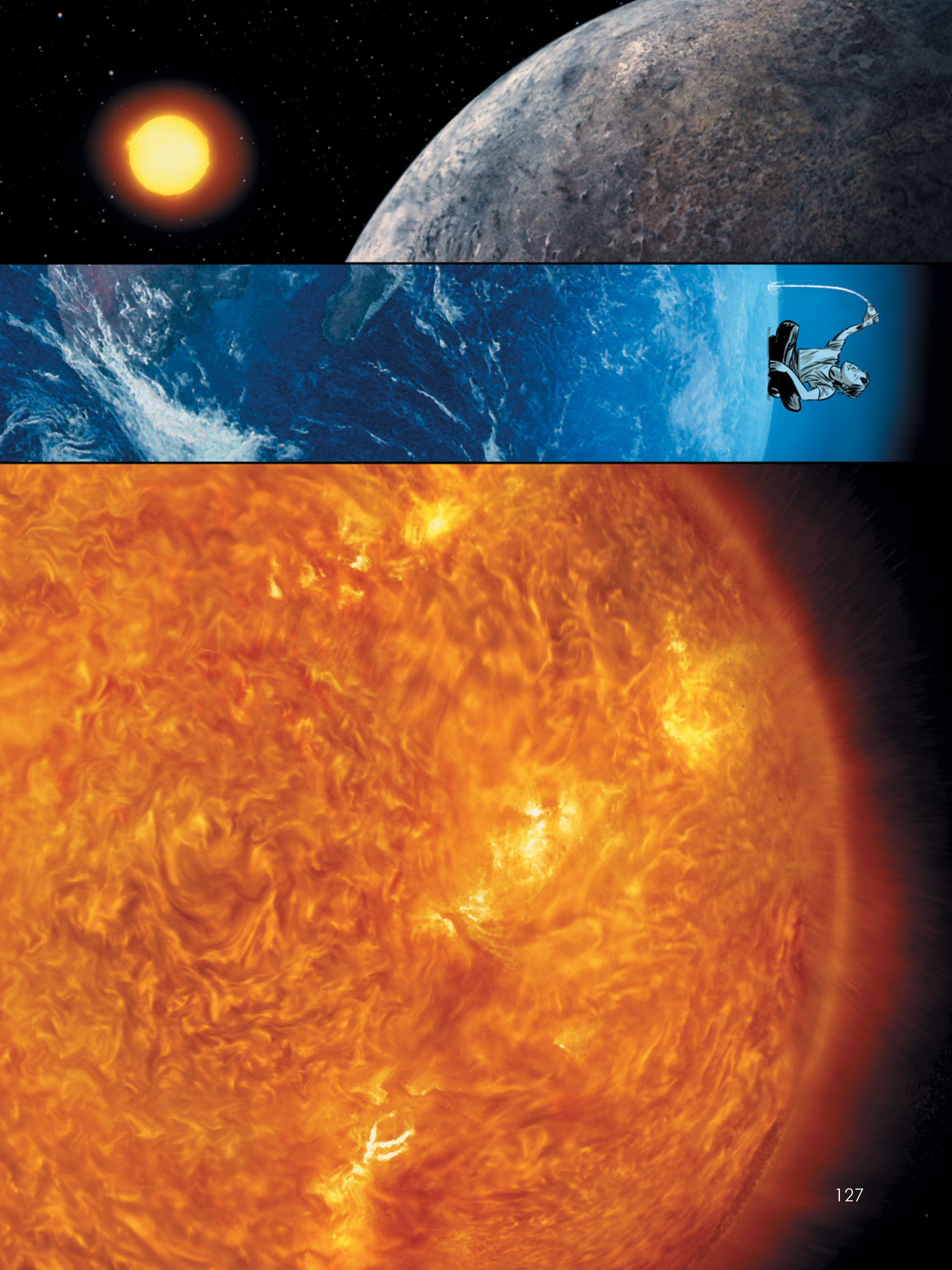
Как устроены звезды

Разница между звездой (например, Солнцем) и планетой (например, Марсом или Юпитером) состоит в том, что звезды яркие, горячие и испускают собственный свет, планеты же сравнительно холоднее, и мы их видим только за счет отраженного света ближайшей звезды, вокруг которой они вращаются. Отсюда, надо сказать, и разница в размере. Вот почему.

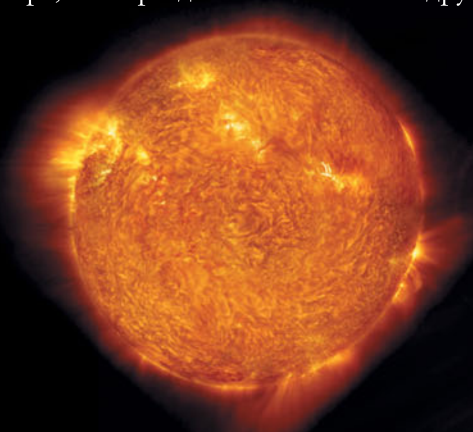
Чем больше размер объекта, тем сильнее гравитация притягивает все к его центру. Все притягивается ко всему. Даже мы с тобой испытываем друг к другу силу притяжения. Но сила незаметно мала, пока мы не рассматриваем большие тела. Земля — большая, и нас к ней притягивает, а когда мы что-то роняем, это что-то падает вниз, то есть к центру Земли.

Звезда намного больше такой планеты, как Земля, и ее гравитация значительно сильнее. Внутри крупной звезды огромное давление, потому что гравитация стягивает все вещество звезды в ее центр. Чем больше давление в звезде, тем выше в ней температура. Когда температура достигает очень высоких значений, бóльших, чем нам с тобой дано представить, звезда ведет себя как водородная бомба замедленного действия и производит огромные количества тепла и света, благодаря чему мы видим ее сияние на ночном небе. Из-за сильного нагрева звезда раздувается, как воздушный шарик, но в то же время гравитация сжимает ее обратно. Устанавливается равновесие между расширяющим давлением от нагрева и сжимающей силой гравитации. Звезда работает как термостат. Чем горячей она становится, тем больше расширяется, а когда концентрация массы вещества в центре уменьшается, тогда звезда немного охлаждается. От этого она сжимается, нагревается и так далее. Из моих объяснений вроде бы выходит, что звезда пульсирует, как бьющееся сердце, но это не так. Она находится в промежуточном состоянии, поддерживающем в ней температуру, оптимальную для ее существования.





Для начала скажу, что Солнце похоже на многие звезды, но размеры их бывают самые разные. Наше Солнце (на картинке внизу) не очень крупное по сравнению с прочими звездами. Оно чуть больше Проксимы Центавра, но гораздо меньше многих других звезд.



Какая из известных нам звезд самая большая? Зависит от того, как измерять. Самая большая в поперечнике — VY Большого Пса. Ее диаметр в две тысячи раз больше, чем у Солнца. А диаметр Солнца в 100 раз больше, чем у Земли. Как бы то ни было, VY Большого Пса настолько легкая и рыхлая, что, несмотря на размер, ее масса всего в 30 раз больше Солнца, а не в миллиарды раз, как было бы, если бы ее плотность оказалась такой же. Другие звезды, скажем звезда Пистолет и позднее обнаруженные Эта Киля и R136a1 (не очень запоминающееся название), в 100 раз тяжелее Солнца, а иногда и больше, чем в 100 раз. Масса Солнца в 300 тысяч раз больше массы Земли, тогда получаем, что масса Эты Киля в 30 миллионов раз больше земной.

Если бы вокруг такой гигантской звезды, как R136a1, вращались планеты, то они были бы очень далеко от нее, иначе обратились бы в пар. Ее гравитация настолько сильна (из-за гигантской массы), что планеты действительно могут находиться на огромном расстоянии и тем не менее вращаться вокруг нее. Если и существует подобная планета и кто-нибудь на ней живет, то ее обитателям R136a1 кажется не больше, чем нам — Солнце, потому что хоть она крупнее, она и дальше расположена — так далеко, чтобы поддерживать жизнь, иначе планета была бы необитаемой!

Жизнь звезды

На самом деле вряд ли вокруг R136a1 вращаются какие-либо планеты, тем более обитаемые. Причина в том, что гигантские звезды живут совсем недолго. R136a1 всего миллион лет — одна тысячная возраста Солнца, и жизнь не успеет эволюционировать за столь короткий срок.

Солнце — звезда поменьше и более распространенного типа. Такие звезды живут не миллионы, а миллиарды лет, в течение которых они преодолевают определенные этапы роста — так человек из ребенка вырастает в подростка, потом становится человеком средних лет, постепенно стареет и в конце концов умирает. Большинство звезд состоят из водорода — самого простого элемента (см. главу 4). Внутри звезды "водородная бомба замедленного действия" превращает водород в гелий (вот и еще одно слово, произошедшее от имени греческого бога солнца Гелиоса), второй по простоте элемент, выделяя при этом огромное количество энергии в форме тепла, света и других видов излучения. Помнишь, я говорил о том, что размер звезды — это равновесие между расширяющей силой тепла и сжимающей силой притяжения? Постоянно поддерживаемое равновесие позволяет звезде кипеть несколько миллиардов лет, пока у нее не закончится топливо. После чего звезда схлопывается в саму себя под действием безудержной гравитации, и в какой-то момент все взрывается к чертям (сложно придумать более подходящее место для чертей, чем внутренности звезды).



Жизнь звезды слишком длинна, и астрономы могут наблюдать лишь ее маленький фрагмент. К счастью, наблюдая за небом в телескопы, ученые видят самые разные звезды, и каждая из них — на своем этапе развития. Звезды-“дети” формируются из облаков газа и пыли, как и наше Солнце четыре с половиной миллиарда лет назад, есть множество звезд “средних лет”, как Солнце, встречаются и старые или умирающие звезды, предсказывающие, что случится с Солнцем через несколько миллиардов лет. Астрономы собрали богатейшие “коллекции” звезд — разных размеров и находящихся на разных этапах их жизненного цикла. Каждый экземпляр в “коллекции” демонстрирует, что было или что будет с любыми другим экземпляром.

Обычная звезда вроде Солнца, как я уже упоминал, расходует весь водород, после чего начинает “сжигать” вместо него гелий. На этой стадии она называется *красным гигантом*. Солнце станет красным гигантом через пять миллиардов лет, значит, сейчас оно находится в середине своего цикла. Задолго до этого момента наша несчастная планета станет слишком горячей и непригодной для жизни. Через два миллиарда лет Солнце будет на 15 процентов ярче, чем сейчас, то есть Земля ничем не будет отличаться от современной Венеры. На Венере нет жизни: температура там достигает 400 градусов Цельсия. Но два миллиарда лет — большой срок, и скорее всего задолго до коллапса человечество вымрет, и некому будет поджариваться. Или, возможно, технологии разовьются до такой степени, что Землю передвинут на более комфортную орбиту. После того как закончится и гелий, Солнце практически исчезнет в облаке пыли и космического мусора, оставив после себя холодное и тусклое крошечное ядро, которое называют *белым карликом*.

Сверхновая и звездная пыль

Жизнь тех звезд, что гораздо крупнее и горячее Солнца, заканчивается по-другому. Эти монстры "сжигают" свой запас водорода намного быстрее, а в печах с "водородными бомбами" внутри их ядер из водорода производится не только гелий. В жаровнях самых больших звезд ядра гелия сталкиваются и образуют еще более тяжелые элементы, после чего появляется множество разных атомов. Среди них — углерод, кислород, азот и железо (но не тяжелее): эти элементы повсюду встречаются на Земле, в том числе и во всех нас. Через относительно короткий промежуток времени такая крупная звезда уничтожает себя гигантским взрывом Сверхновой, и в таких взрывах формируются элементы тяжелее железа.

Что, если Эта Киля завтра взорвется как Сверхновая звезда? Это будет всем взрывам взрыв! Но не беспокойся: мы узнаем об этом только через 8 тысяч лет — столько необходимо свету, чтобы преодолеть дистанцию от нее до нас (а ничего быстрее света нет). А что, если Эта Киля взорвалась 8 тысяч лет назад? В таком случае свет и другое излучение от взрыва может добраться до нас в любой момент. Когда мы это увидим, мы поймем, что Эта Киля взорвалась 8 тысяч лет назад. За всю историю было зафиксировано всего около 20 Сверхновых. Одну из них описал великий немецкий ученый Иоганн Кеплер 9 октября 1604 года. На картинке внизу этой страницы изображены остатки взрыва, как мы их видим сегодня. С того момента, как Кеплер увидел взрыв, облако пыли увеличилось в размерах. Сам взрыв произошел около 20 тысяч лет назад, примерно в то время, когда вымерли неандертальцы.

Сверхновые, в отличие от обычных звезд, создают элементы тяжелее железа, например свинец или уран. Мощнейший взрыв Сверхновой разбрасывает по космосу все элементы, созданные звездой, а потом и Сверхновой, в том числе те, что необходимы для жизни. Потом облака пыли, богатые тяжелыми элементами, дают начало новому циклу, собираясь вместе и образовывая новые звезды и планеты. Так появилась и наша планета, состоящая из всех элементов, необходимых для создания нас: углерод, азот, кислород и так далее. Они появились из пыли, оставшейся после того, как очередную Сверхновую разнесло по всему космосу. Отсюда же и происходит поэтическая фраза: "Мы — звездная пыль". Так и есть. Без взрывов Сверхновой необходимых для жизни элементов не существовало бы.

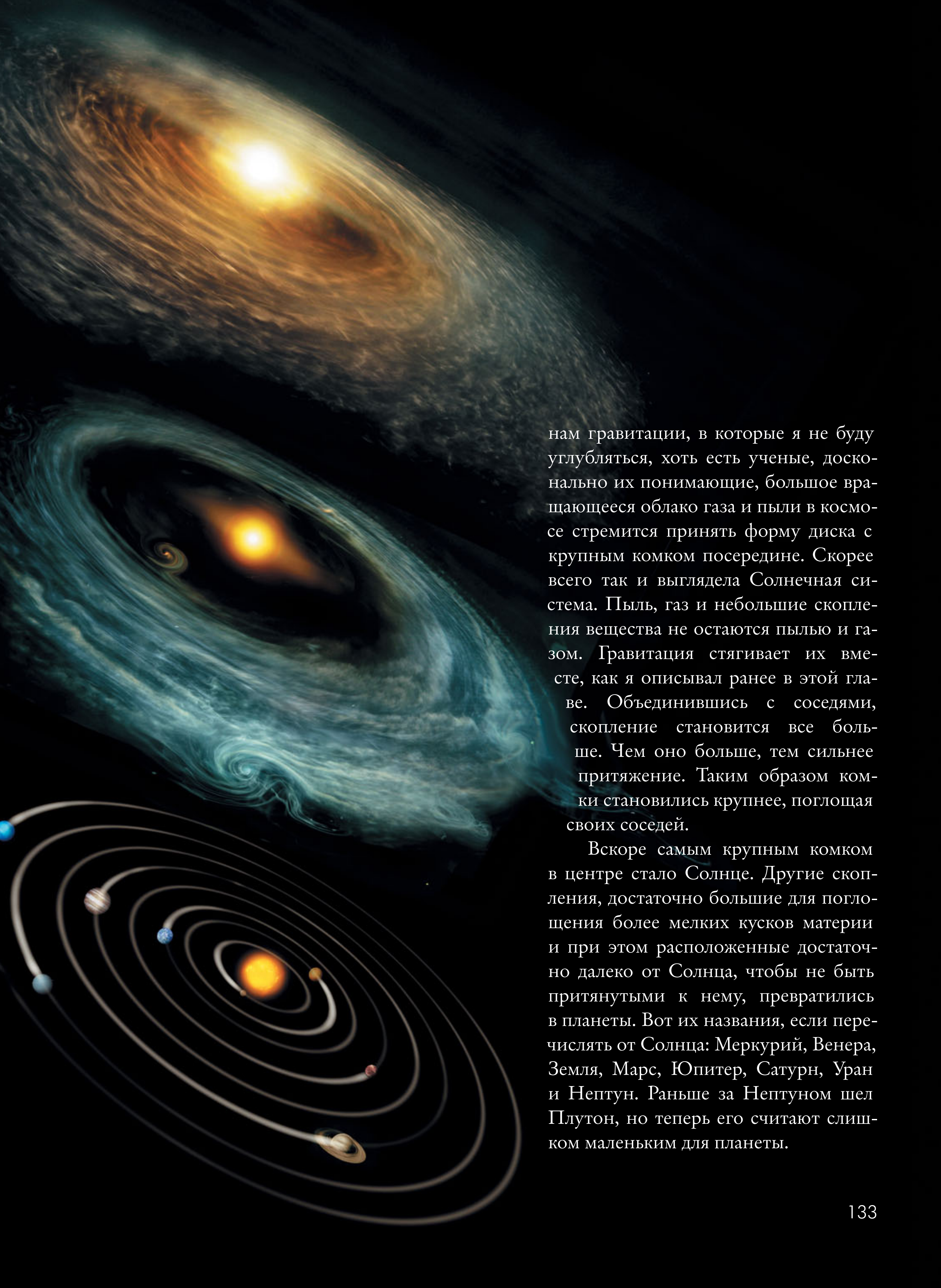


Крутится-вертится

Земля и все остальные планеты Солнечной системы вращаются в одной плоскости, и это — неоспоримый факт. Что это значит? Возможно, ты думаешь, что любая орбита может быть расположена относительно другой под любым углом. На самом деле все не так. В космосе как будто подвешен невидимый диск с Солнцем в центре, а все планеты вращаются по поверхности этого диска на разном расстоянии от центра. Более того, все планеты вращаются вокруг Солнца в одном направлении.

Почему? Скорее всего, отгадка кроется в том, как они возникли. Сначала разберемся с направлением вращения. Вся Солнечная система — то есть Солнце и планеты — зародилась из медленно вращающегося облака газа и пыли, возможно оставшихся после взрыва Сверхновой. Как и большинство других свободно перемещающихся объектов во Вселенной, облако вращалось вокруг своей оси. И сейчас планеты вращаются в том же направлении.

Теперь ответим на вопрос: почему все планеты “выстроены” на плоском “диске”? По некоторым зако-



нам гравитации, в которые я не буду углубляться, хоть есть ученые, досконально их понимающие, большое вращающееся облако газа и пыли в космосе стремится принять форму диска с крупным комком посередине. Скорее всего так и выглядела Солнечная система. Пыль, газ и небольшие скопления вещества не остаются пылью и газом. Гравитация стягивает их вместе, как я описывал ранее в этой главе. Объединившись с соседями, скопление становится все больше. Чем оно больше, тем сильнее притяжение. Таким образом комки становились крупнее, поглощая своих соседей.

Вскоре самым крупным комком в центре стало Солнце. Другие скопления, достаточно большие для поглощения более мелких кусков материи и при этом расположенные достаточно далеко от Солнца, чтобы не быть притянутыми к нему, превратились в планеты. Вот их названия, если перечислять от Солнца: Меркурий, Венера, Земля, Марс, Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун. Раньше за Нептуном шел Плутон, но теперь его считают слишком маленьким для планеты.

Астероиды и падающие звезды

При определенных условиях еще одна планета могла бы сформироваться между Марсом и Юпитером. Но небольшим скоплениям вещества, в теории послужившим бы материалом для этой планеты, не удалось объединиться, вероятно, из-за гравитационного влияния Юпитера, и они по-прежнему вращаются в круге космического мусора, который называют астероидным поясом.

Астероиды собраны в кольце между орбитами Марса и Юпитера, там, где образовалась бы дополнительная планета, если бы они объединились. Они могли бы объединиться в еще один спутник (у Сатурна 62 спутника, так что это был бы 63-й), но так и летают в космосе по отдельности, как кольцо из камней и пыли. В астероидном поясе — солнечном аналоге колец Сатурна — некоторые камни настолько большие, что их называют *планетезимали* (не совсем планеты). Самая крупная из них, Церера, около тысячи километров в поперечнике, достаточно велика, чтобы принять почти сферическую форму, но остальные в большинстве своем — это бесформенные глыбы и комки пыли. Иногда они сталкиваются друг с другом, как бильярдные шары, и периодически некоторые из них могут вырываться из кольца и подлетать близко к другим планетам, например к Земле.



Их мы видим достаточно часто — сгорающими в верхних слоях атмосферы — и называем падающими звездами или метеорами.



Реже метеоры бывают настолько крупными, что проходят испытание атмосферой и врезаются в Землю. 9 октября 1992 года метеорит преодолел атмосферу — и камень размером с большой кирпич пробил автомобиль в городе Пикскилл, штат Нью-Йорк. Гораздо более крупный метеорит, размером с дом, приземлился в Сибири, из-за чего сгорели огромные лесные массивы.

Ученые доказали, что 65 миллионов лет назад огромный метеорит упал на Юкатан, туда, где сейчас находится Центральная Америка, вызвав глобальную катастрофу, скорее всего погубившую динозавров. Посчитано, что энергия, высвободившаяся при ударе, превышала мощность всего мирового ядерного арсенала. Вероятно, по всему миру прошли землетрясения, мощнейшие цунами и лесные пожары, плотное облако пыли и дыма заволокло небо на годы.

Исчезли растения, которым необходим солнечный свет, и животные, которым необходимы растения. Удивительно не то, что динозавры вымерли, а то, что предки млекопитающих выжили. Возможно, небольшая популяция впала в спячку под землей и поэтому спаслась.



Свет нашей жизни

В конце этой главы мне хотелось бы поговорить о значении Солнца для всего живого. Нам неизвестно, есть ли где-то еще во Вселенной жизнь (этой теме посвящена одна из последующих глав), но мы знаем: если она и существует, то наверняка рядом со звездой. Можно еще утверждать, что если подобная нашей форма жизни реальна, то лишь на планете, находящейся примерно на том же кажущемся расстоянии от своей звезды, как мы от Солнца. Под “кажущимся расстоянием” я имею в виду дистанцию, как ее воспринимает сама форма жизни. Абсолютное расстояние может быть сколь угодно большим, как мы убедились на примере супергигантской звезды R136a1. Но если кажущееся расстояние одинаково, то их солнце будет им видиться таким же, как нам — наша звезда, а следовательно, количество тепла, которое до них доходит, примерно тем же.

Почему жизнь должна находиться вблизи от звезды? Потому что всем формам жизни нужна энергия, а свет звезды — очевидный источник энергии. На Земле растения усваивают солнечный свет и делает энергию доступной для других живых существ. Можно сказать, что растения питаются солнечным светом. Разумеется, им необходимы еще диоксид углерода из воздуха, а также вода и минеральные вещества из почвы, из которых они производят сахара — своего рода топливо для всех процессов в их организме.

Нельзя сделать сахар, не затратив энергии. Получив сахар, ты его “сжигаешь” и возвращаешь часть энергии, но не всю, так как в этом процессе всегда будут потери. “Сжигаешь” — вовсе не значит, что все обращается в пепел. Сжигание в буквальном смысле — всего лишь один из способов получить энергию из топлива. Но есть еще и другие, более управляемые, медленные и эффективные пути получения энергии.

Представь себе лист растения в виде одноэтажной фабрики, занимающей огромную площадь. Вся крыша у нее — одна большая солнечная батарея, которая ловит солнечный свет для того, чтобы запускать конвейеры внутри фабрики. Поэтому листья плоские и широкие — такая форма дает им бóльшую поверхность, на которую падает солнечный свет. В итоге фабрика производит разные сахара. С помощью сосудов они распределяются по всему растению, где из них производятся другие вещества, например крахмал, в котором удобнее хранить энергию, чем в сахарах. В конце концов энергия для создания всех остальных частей растения получается из крахмала или сахаров.

Еда

Пищеварение

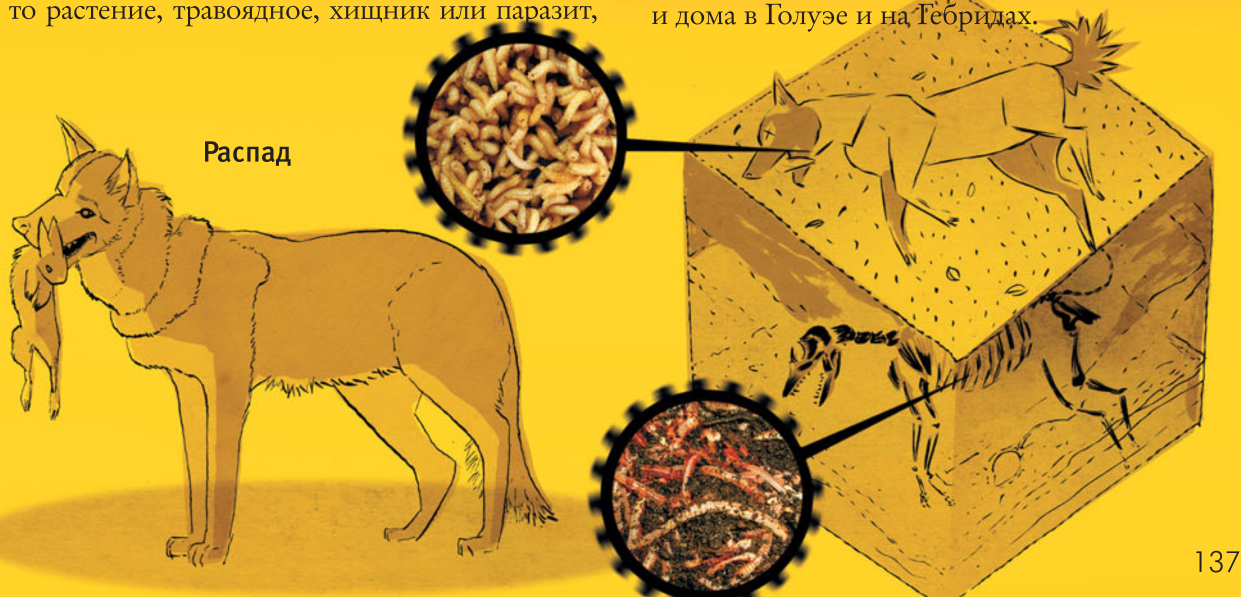
Когда травоядное животное, допустим антилопа или кролик, съедает растение, энергия передается ему, опять же с потерями в процессе передачи. С ее помощью травоядные строят свои тела и по мере необходимости заряжают мышцы энергией. А мышцы работают в том числе и при поедании или поиске растений. Энергия, питающая мышцы травоядных, когда они ходят, жуют, дерутся и спариваются, идет к ним от Солнца через растения.

Другие животные — мясоеды, они же хищники — в свою очередь едят травоядных. Энергия снова передается (и снова с потерями) и заряжает мускулы хищников, пока те занимаются своими делами. В их дела входят охота на травоядных и другие занятия, например спаривание, драки, лазанье по деревьям и, в случае млекопитающих, производство молока для их детей. По-прежнему энергия идет от Солнца, несмотря на то что приходит извилистым путем. На каждом этапе этого пути теряется заметная часть энергии в виде тепла, уходящего на бессмысленный нагрев Вселенной.

Есть еще и паразиты, пожирающие тела как травоядных, так и хищников. И тут тоже энергия, питающая паразитов, исходит от Солнца и снова идет в дело не вся, потому что часть ее рассеивается в виде тепла.

В итоге, когда что-либо умирает, будь то растение, травоядное, хищник или паразит, оно поедается падальщиками, скажем могильными червями, или разлагается — становится пищей для бактерий и грибов, которые являются всего лишь еще одной разновидностью падальщиков. И в этот раз в дело идет солнечная энергия, опять же с потерями в виде тепла. Вот почему компостные кучи теплые. И тепло компостной кучи исходит от энергии солнца, запасенной в предыдущем году. В Австралии и Азии живет замечательная птица — большеног, использующая тепло компостных куч для инкубации яиц. В отличие от других птиц, высиживающих кладку и согревающих ее теплом своего тела, большеноги собирают в кучу прелую листву и откладывают в нее яйца. Они регулируют температуру кучи, подбрасывая больше листьев, если нужно сделать потеплее, или разгребая ее, когда нужно ее охладить. Но все птицы используют энергию Солнца для инкубации яиц, не важно — через свое тело или компостную кучу.

Иногда растения не поедаются, а тонут в торфяных болотах. Столетия спустя они прессуются в слои торфа новыми слоями, добавляющимися сверху. В западной Ирландии или в Шотландии торф выкапывают и режут на брикеты, которые используют для растопки каминов в домах. И вновь мы имеем дело с запасенным солнечным светом, в этом случае — столетия назад, и его энергия согревает пищу и дома в Голуэе и на Гебридах.



За миллионы лет и при определенных условиях торф утрамбовывается и в конце концов превращается в уголь. Уголь — более эффективное топливо, чем торф, и горит при гораздо более высокой температуре, именно угольные печи дали начало промышленной революции XVIII и XIX веков.

Жар сталелитейных заводов и доменных печей, топки викторианских паровых двигателей, гремевших по стальным рельсам и бороздивших морские просторы, — все это обязано своим существованием солнечному теплу, питавшему листья растений 300 миллионов лет назад.

"Фабрики сатаны" в эпоху индустриальной революции приводились в движение силой пара, но более ранние ткацкие фабрики работали на водяных колесах. Фабрика строилась около быстрой реки, а колесо ставилось так, чтобы течение его вращало. Колесо крепилось на оси, или приводном валу, которая проходила через всю фабрику. От приводного вала посредством ремней и шестерней движение передавалось на прядильные машины, чесальные гребни и ткацкие станки. Даже эти механизмы работали за счет энергии солнца. И вот почему.

Водяные колеса крутились с помощью воды, притягиваемой гравитацией. Такой принцип работает только при постоянном поступлении воды на более высокую местность, откуда она сможет стекать вниз. Вода поставляется туда дождем из облаков, проливающимся на холмы и горы. Облака берут воду из испарений с поверхности рек, озер и луж по всей Земле. Для испарения необходима энергия, и эту энергию обеспечивает Солнце. Так что в конечном счете энергия, приводящая в движение водяное колесо, а затем ремни и шестерни прядильных машин и ткацких станков, исходит от Солнца.

Позже ткацкие фабрики перешли на паровые машины, работающие на угле, опять же используя солнечную энергию. Но до перехода на пар фабрики применяли промежуточный метод. Челноки и подвижные рамы приводились в движение колесом мельницы, но паровая машина поднимала воду в верхний резервуар, откуда она изливалась, чтобы привести в движение колесо и быть закачанной обратно. Не важно, как вода поднимается наверх — с помощью облаков или паровой машины, но энергию на это дает в первую очередь солнце.



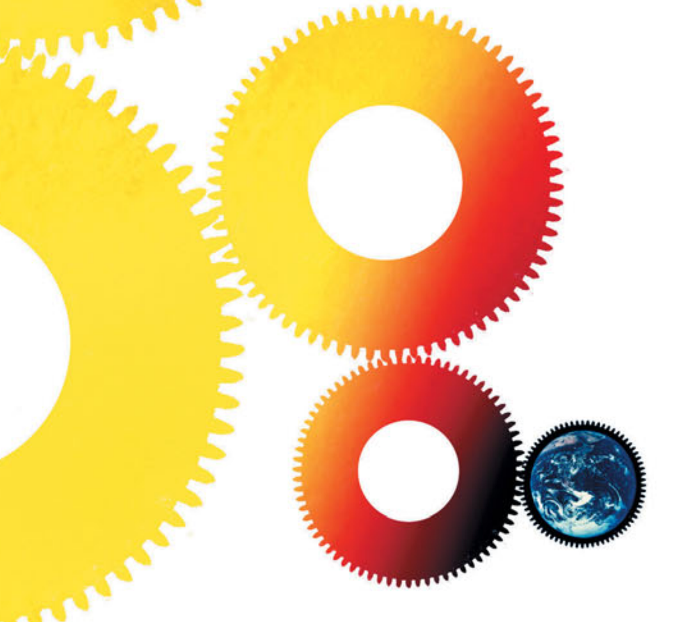


Разница состоит в том, что паровая машина приводится в движение солнечным светом, собранным растениями миллионы лет назад и запасенным под землей в форме угля, а водяное колесо в реке крутится за счет солнечного света, всего несколько недель тому назад сохраненного в форме воды на вершине холмов. Такие "запасы" солнечного света называются потенциальной энергией, потому что вода, стекая с холма вниз, может (обладает необходимым потенциалом!) произвести полезную работу.

Таким образом становится понятно, что Солнце питает жизнь. Растения используют солнечный свет для создания сахаров — и это аналогично закачиванию воды наверх (на холм или крышу фабрики). Когда растения (или поедающие их травоядные, или хищники, питающиеся травоядными) используют сахар (или крахмал, созданный из сахара, или мясо, построенное с помощью крахмала), он медленно сжигается, обеспечивая работу мышц, как уголь, сгорающий быстро и производящий пар, который обеспечивает работу всех механизмов фабрики.

Мы не получали бы от сахаров и другой пищи никакой пользы, если бы сжигали их буквально! Сжигание — неэффективный и разрушительный способ использования запасенной солнечной энергии. В наших организмах процессы происходят настолько медленно и так тщательно регулируются, что их можно сравнить с водой, текущей вниз по холму и вращающей множество водяных колес. В таком случае насосом, качающим воду на вершину, станет химическая реакция, в результате которой в листьях появляется сахар. Химические реакции в клетках животных и растений, использующие эту энергию, например чтобы двигать мышцами, тратят ее на тщательно контролируемых этапах, шаг за шагом. Богатому энергией топливу — сахарам разных видов — приходится высвобождать энергию поэтапно, через каскады химических реакций, когда каждая реакция питает следующую, как ручей, распадающийся на несколько водопадов и вращающий одно водяное колесо за другим.

Если опустить подробности, то все водяные колеса, шестеренки и станки нашей жизни приводятся в движение Солнцем. Возможно, древние народы поклонялись бы солнцу еще фанатичнее, если бы осознавали, насколько от него зависит их жизнь. Интересно, сколько еще звезд питают жизненные механизмы на планетах вокруг них? Но об этом — в другой главе.



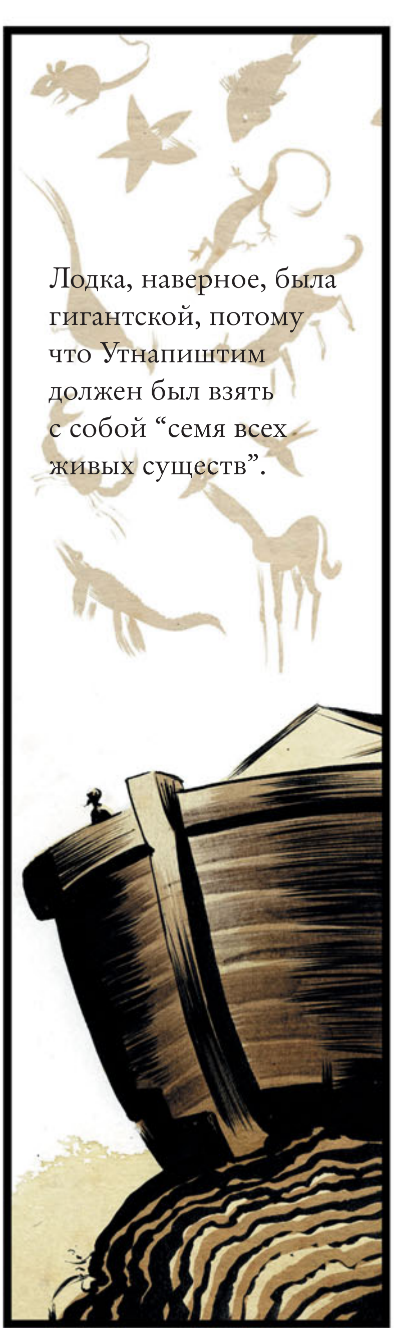


Эпос о Гильгамеше — одна из самых древних когда-либо написанных историй. Он принадлежит шумерской цивилизации, процветавшей в Месопотамии в IV и III тысячелетиях до нашей эры, и создан раньше греческих и иудейских мифов. Гильгамеш был королем-героем, немного похожим на короля Артура из британских легенд в том, что никто не знает, существовал ли он на самом деле. Тем не менее о нем рассказывалось немало легенд. Подобно греческому Одиссею или арабскому Синдбаду-мореходу, Гильгамеш отправился в долгое путешествие и на своем пути встречал много странных людей и явлений. Одним из таких людей был старик (очень-очень старый — ему было несколько сотен лет) Утнапиштим, поведавший Гильгамешу свою необычную историю, но, возможно, она не покажется тебе необычной, потому что ты слышал что-то подобное о… еще одном старике, носившем совсем другое имя.

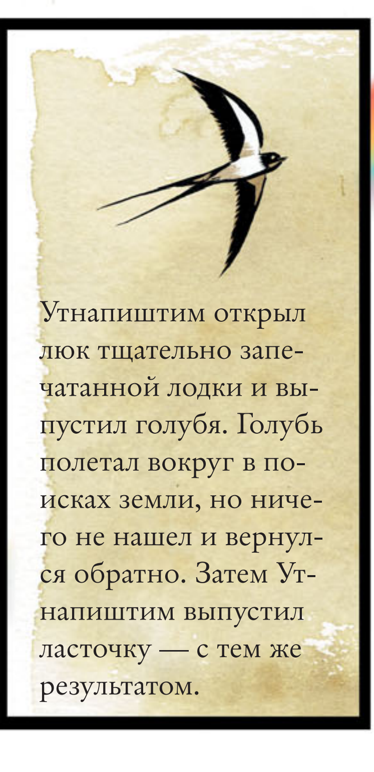
радуга?

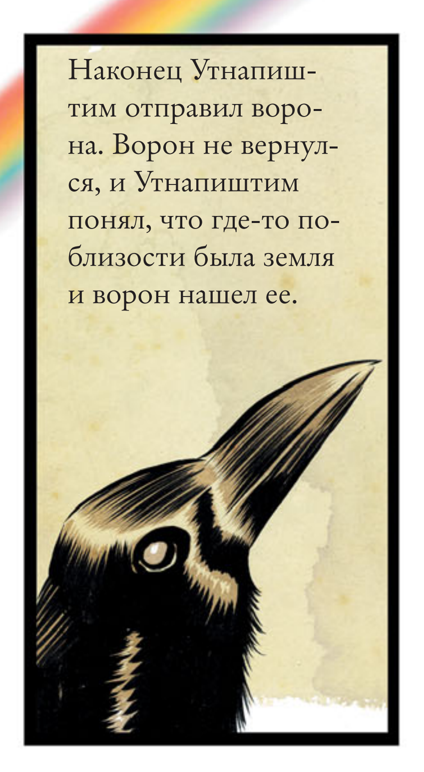
Утнапиштим поведал Гильгамешу о том, что случилось много веков назад, когда боги разгневались на человечество за то, что из-за людского шума они не могли заснуть.





Утнапиштим успел построить лодку до того, как пошел дождь, не прекращавшийся шесть дней и шесть ночей. Потоп погубил всех и вся, спаслись только те, кто спрятался в лодке. На седьмой день ветер утих, и воды стали тихими и спокойными.





В конце концов лодка причалила к вершине горы, торчавшей из воды. Еще один бог, Иштар, создал первую радугу как символ того, что боги пообещали никогда больше не насылать таких потопов. Так появилась радуга, согласно древним шумерским мифам.

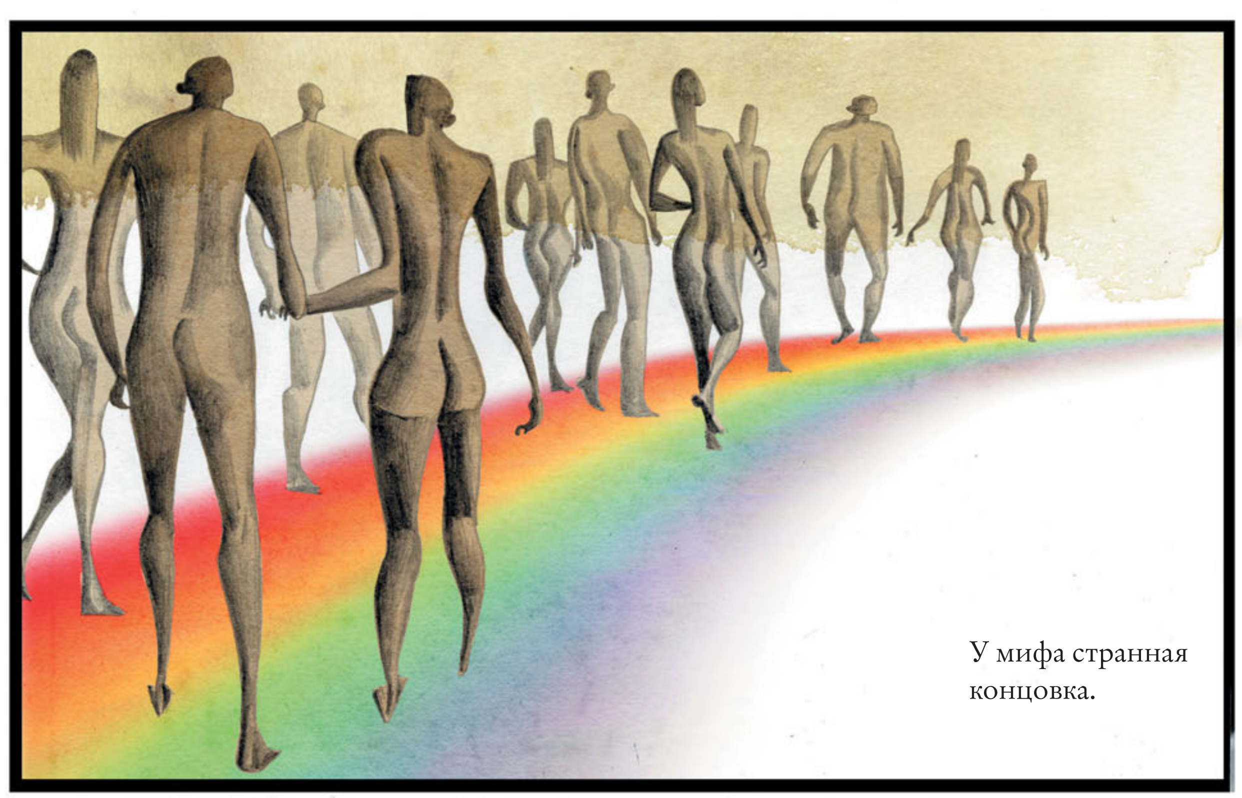
Я же говорил, история окажется знакомой. Все дети, воспитанные в христианской, исламской или иудейской стране, знают, что эта история — точь-в-точь притча о Ноевом ковчеге, за исключением одной-двух деталей. Имя строителя лодки поменялось с Утнапиштима на Ноя. Все боги из мифа были заменены на единого иудейского бога. “Семя всех живых существ” поменяли на “каждой твари по паре”, а вообще в эпосе о Гильгамеше имелось в виду примерно то же самое.

Очевидно, что иудейская история о Ное — не больше чем пересказ более древней легенды об Утнапиштиме. Это была народная сказка, передававшаяся из уст в уста и таким образом пережившая столетия. Нередко старинные легенды происходили от еще более древних легенд, и со временем обычно менялись только детали. Эта история в обоих вариантах заканчивается радугой.

И в эпосе о Гильгамеше, и в Книге Бытия радуга — важная часть мифа. В Библии уточняется, что это лук Бога, положенный им на небо в знак данного Ною и его потомкам обещания.

Есть еще одно различие между историей Ноя и древнешумерской легендой об Утнапиштиме. В версии про Ноя причина божественного недовольства людьми заключалась в том, что все они были неисправимо безнравственными. В шумерской истории преступление человечества было вроде бы не столь серьезным. Просто люди так шумели, что боги не могли заснуть! По-моему, это забавно. Тема шумных людей, не дающих богам отдохнуть, независимо от шумеров появилась в легендах народа чумаш с острова Санта-Крус, что неподалеку от берегов Калифорнии.

Чумаши верили, что были созданы на своем острове (тогда он назывался иначе, Санта-Крус — испанское название) из семян волшебного растения богиней земли Хуташ, женой Небесного Змея (нам он известен как Млечный Путь, который видно очень темной ночью в сельской местности, но не в городе, где мешает искусственное освещение). Жителей на острове в какой-то момент стало слишком много, и, как и в эпосе о Гильгамеше, они сильно шумели, нарушая покой богини Хуташ. Гомон мешал ей спать по ночам. Но вместо того чтобы всех поубивать, как это сделали шумерские и иудейские боги, она поступила более милостиво. Она решила, что некоторым из людей надо перебраться с острова на континент, откуда их не будет слышно. Чтобы исполнить свое желание, она построила мост, и этим мостом оказалась… радуга!



У мифа странная концовка.





Когда люди пересекали радужный мост, некоторые из них посмотрели вниз и так испугались, что у них тотчас закружилась голова.



Они упали с радуги в море и превратились в дельфинов.



Идея моста-радуги возникла и в других странах. В мифах норманнов (викингов) радуга была хрупким мостом, по которому боги спускались из небесного мира на землю.

Многие народы — например в Персии, западной Африке, Малайзии, Австралии и в обеих Америках — представляли радугу в виде гигантского змея, вырывающегося из земли, чтобы утолить жажду дождем.



Интересно, как родились подобные легенды? Кто их выдумал и почему некоторые верят, что все на самом деле так и было? Эти вопросы интересны, и на них непросто найти ответ. Но на один вопрос мы можем ответить: что такое радуга *на самом деле*?

Настоящая магия радуги

Когда мне было примерно десять лет, меня отвезли в Лондон посмотреть детский спектакль “Где кончается радуга”. Вряд ли ты его видел, потому что сейчас он выглядел бы слишком старомодным и патриотичным. Спектакль о том, как это прекрасно — быть англичанином, и в конце разных приключений детей спасает святой Георгий, покровитель Англии (не Британии — у Шотландии, Уэльса и Ирландии свои святые покровители). Больше всего мне запомнился не сам святой Георгий, а радуга. Дети попали туда, где радуга упирается в землю, и видно было, как они через нее проходят. Она была очень искусно сделана: цветные прожекторы пронизывали светом густой туман, и казалось, что дети бродили в волшебной дымке. Вроде бы в тот момент и появился святой Георгий в сияющих доспехах и серебристом шлеме, и маленькие зрители ахнули от восхищения, а дети на сцене закричали:

“Святой Георгий!
Святой Георгий!
Святой Георгий!”



Но больше всего поразила мое воображение именно радуга. Какой там святой Георгий! Как замечательно было бы стоять у подножья гигантской радуги!



Ясно, *что* именно вдохновило автора пьесы. Радуга действительно похожа на реальный объект, висящий где-то там, возможно, в нескольких километрах от нас. Кажется, что слева она упирается, скажем, в поле ржи и справа (если тебе посчастливилось увидеть полную радугу) — в вершину холма. Складывается ощущение, что можно пойти к ней и встать на том месте, где она соприкасается с землей, как дети в спектакле. Во всех описанных мною мифах идея та же. Радуга представляется как определенный предмет, расположенный в определенном месте и на определенном расстоянии.

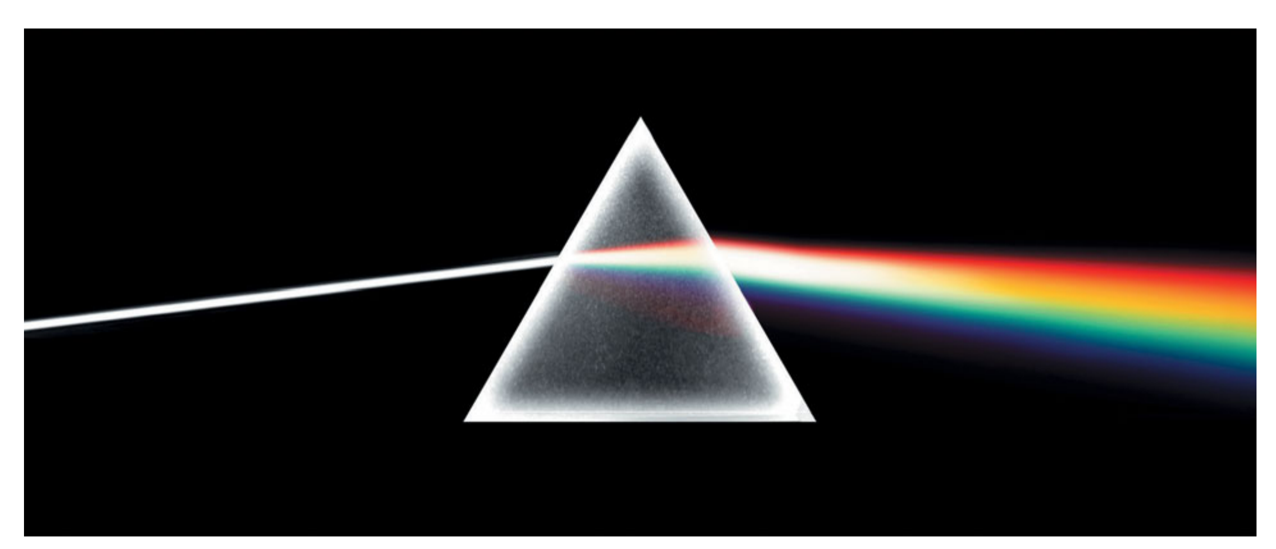
Наверное, ты уже понял, что все не так! Во-первых, если ты попытаешься приблизиться к радуге, то, как бы быстро ты ни бежал, она будет удаляться с той же скоростью. Невозможно ее поймать. Но на самом деле она не удаляется, потому что у нее вообще нет никакого определенного места. Это иллюзия, прекрасная иллюзия, и поняв ее природу, ты сможешь понять и другие занимательные явления, и к некоторым из них мы подберемся в следующей главе.



Из чего состоит свет

Во-первых, нам нужно разобраться, что такое спектр. Это стало понятно во времена короля Карла II, примерно 350 лет назад, благодаря Исааку Ньютону, вполне заслуживающему звания самого великого ученого (ему принадлежит еще и множество других открытий, как мы узнали в главе про ночь и день). Ньютон обнаружил, что белый свет — смесь всех цветов. Вот что такое белый для ученых. Как Ньютон открыл это? Он провел эксперимент. Сначала затемнил свою комнату, так что ни один луч света не мог в нее проникнуть. Затем он раздвинул шторы так, что между ними пробивался луч солнечного света толщиной с карандаш. Луч проходил через призму — что-то вроде треугольного куска стекла.

Призма преломляла узкий луч белого света, и на выходе из нее он уже переставал быть белым. Он был разноцветным, как радуга, и Ньютон назвал свою искусственную радугу спектром. Вот как он устроен.

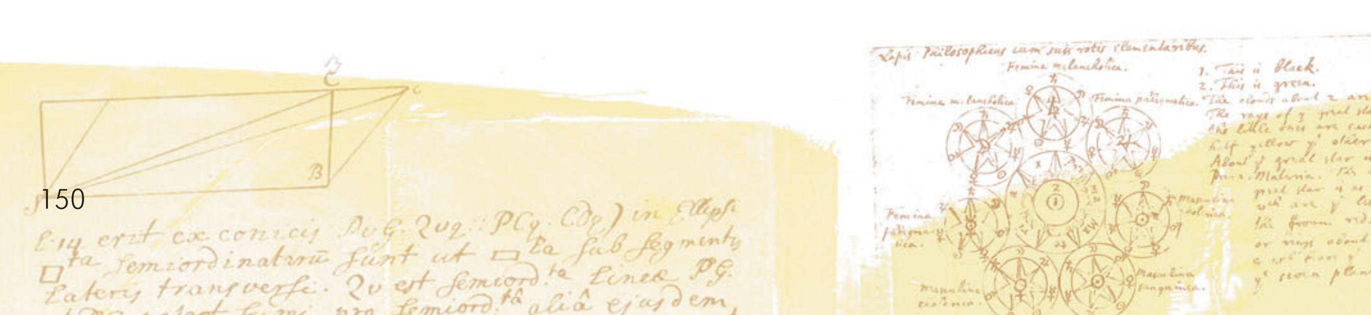


Когда луч света идет через воздух и попадает в стекло, он преломляется. Преломление называется рефракцией. Рефракция происходит не только в стекле, но и в воде, и это важно вспомнить, когда мы вернемся к радуге. Именно за счет рефракции весло выглядит изогнутым, когда ты погружаешь его в реку. Итак, свет преломляется, когда про-



ходит через стекло или воду. А теперь — главное. *Угол преломления* зависит от цвета светового луча. Красный свет преломляется под более тупым углом, нежели синий. Если белый свет — действительно смесь лучей разного цвета, как предположил Ньютон, то что же произойдет, если пропустить белый через призму? Синий свет преломится больше, чем красный, поэтому при выходе с другой стороны призмы они разделятся. Желтый и зеленый окажутся между ними. В результате получится ньютоновский спектр: все цвета радуги, расположенные в обычном для радуги порядке, — красный, оранжевый, желтый, зеленый, голубой, синий, фиолетовый.

Ньютон не был первым, кто создал радугу с помощью призмы. У других выходил тот же результат. Но многие думали, что призма каким-то образом “окрашивает” белый свет. Идея Ньютона была другой. Он подумал, что белый свет — смесь всех цветов, а призма просто отделила их друг от друга. Он оказался прав и доказал справедливость своей догадки серией экспериментов. Сначала он взял призму, как и раньше, и направил разноцветный поток света в маленькую прорезь, так что через нее проходил луч только одного цвета, например красный. Потом на пути красного луча он установил еще одну призму. Вторая призма преломила свет, как обычно. Но на выходе луч остался красным. Никаких дополнительных цветов не появилось, вопреки гипотезе, по которой призма добавляет цвета. Именно такой результат ожидал получить Ньютон, тем самым подтвердив свою теорию о белом свете как смеси света всех цветов.



Следующий эксперимент был еще более изобретательным и задействовал три призмы. Для Ньютона он стал *experimentum crucis*, что на латыни значит “контрольный эксперимент” или, другими словами, “эксперимент, окончательно разрешающий научный спор”.

В левой части картинки белый свет из щели в ньютоновской шторе проходит через первую призму и разделяется на все цвета радуги. Потом расходящиеся цветные лучи собираются второй ньютоновской призмой. Она снова собирает радугу в белый свет. Ньютоновская точка зрения тем самым уже изящно доказана. Однако, чтобы окончательно убедиться в своей правоте, он пропустил луч белого света через третью призму, и на выходе снова получил радугу! Лучшее из возможных доказательств того, что белый свет — смесь лучей всех цветов.



Как капли дождя делают радугу



С призмами все понятно, но ведь когда ты видишь в небе радугу, там не висит гигантская призма. Не висит, зато там есть миллионы капель. Получается, что капля работает как маленькая призма? Это так, но не совсем.

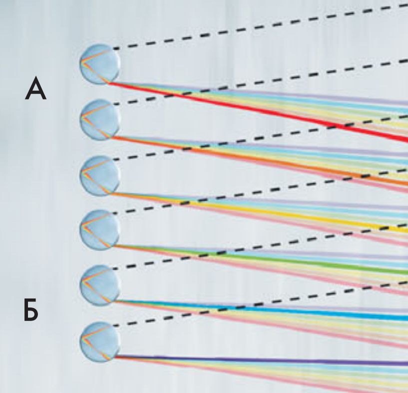
Чтобы увидеть радугу, нужно встать спиной к солнцу и смотреть на проливной дождь. Капли больше похожи на шарики, чем на призмы, а свет, проходя через шар, ведет себя по-другому, не так, как проходя через призму. Разница в том, что задняя поверхность шара работает как крошечное зеркало. Поэтому солнце и должно быть позади тебя, если ты хочешь увидеть радугу. Солнечный свет совершает кульбит внутри каждой капли, отражаясь обратно и вниз, где и попадает в твой глаз.

Вот как все происходит. Солнце находится над тобой и за твоей спиной, а ты смотришь на ливень, идущий вдали. Солнечный свет попадает на каплю (разумеется, он попадает и на другие капли, но об этом мы поговорим позднее). Назовем нашу конкретную каплю А. Луч белого света попадает на ближайшую к солнцу верхнюю часть А, где преломляется, как в ньютоновской призме. Естественно, красный свет преломляется больше, чем синий, и в итоге мы получаем спектр. Теперь все цветные лучи проходят сквозь каплю, пока не попадают на ее заднюю сторону. Вместо того чтобы направиться дальше в воздух, они отражаются к ближней стороне капли, но вниз. Пройдя через ближнюю к нам сторону, лучи снова преломляются. И снова красный луч отклоняется меньше, чем синий.



Таким образом солнечный луч покидает каплю, превращенный в маленький аккуратный спектр, устремившийся в твою сторону. Если твой глаз окажется на пути одного из этих лучей, например зеленого, ты увидишь только зеленый цвет. Кто-нибудь ниже тебя увидит красный свет от А, а кто-нибудь выше — синий.

Невозможно увидеть весь спектр, исходящий от одной капли. Каждый сумеет увидеть только один цвет. Ты возразишь: но мы же видим радугу целиком, все цвета! Как же так? До сих пор мы рассматривали только одну каплю А. Но капель миллионы, и все они ведут себя похожим образом. Ты видишь красный луч от А, но чуть ниже А располагается капля под именем Б. Ты не видишь красный луч от Б, потому что он направлен тебе в живот. Зато синий луч Б светит тебе прямо в глаз. Есть и другие капли — ниже А, но выше Б, чьи красные и синие лучи светят мимо, и ты видишь только их желтый и зеленый луч. Таким образом много капель, когда они вместе, дополняют друг друга до полного спектра.



Но вертикальная полоска — это еще не радуга. Откуда берется все остальное? Не забывай, что есть и другие капли, от края до края ливня и от земли до самой тучи. Они-то и образуют остаток радуги. Кстати, каждая радуга пытается сформировать круг, в центре которого находится твой глаз, — совсем как замкнутая круглая радуга, которую видно, когда ты из шланга поливаешь сад, а солнце светит через брызги. Единственная причина, почему мы обычно не видим полный круг, — это земля, на которой он прерывается.

Итак, мы поняли, почему ты видишь радугу в отдельно взятую секунду. В следующую секунду все капли упадут ниже. А займет место Б, и ты увидишь ее синий луч, а не зеленый. Все лучи из Б станут для тебя невидимыми (но не для собаки, лежащей у твоих ног). Новая капля (В, чьи лучи до этого были тебе недоступны) упала на место А, и теперь ты видишь ее красный луч.



По этой причине радуга кажется неподвижной, хотя капли дождя постоянно сквозь нее падают.

На своей длине волны?



Теперь давай посмотрим, что же такое спектр на самом деле, ведь он не просто набор разных цветов — от красного к фиолетовому через оранжевый, желтый, зеленый и синий.

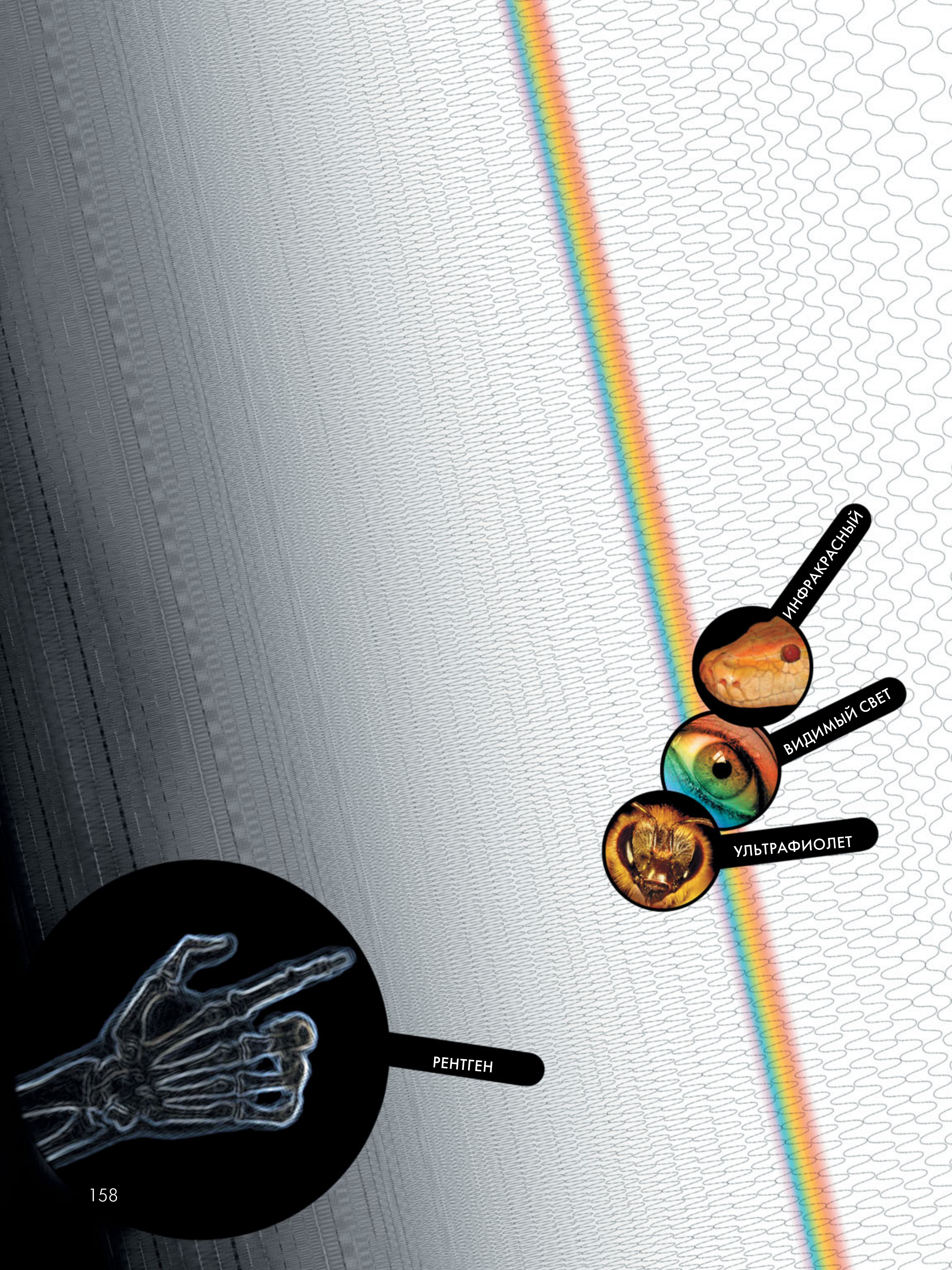
Свет — это колебания, волны. Звук — колебания воздуха, а свет — это так называемые электромагнитные колебания. Не буду даже пытаться объяснить, что такое электромагнитные колебания, потому что получится слишком долго (я и сам не уверен, понимаю ли все до конца). Смысл в том, что хоть свет и звук — разные явления, но мы можем говорить о высокочастотных (с маленькой длиной волны) и низкочастотных (с большой длиной волны) колебаниях света по аналогии со звуком. Высокий звук, сопрано, — это высокочастотные колебания с малой длиной волны. Низкочастотные длинноволновые звуки — басы. Если сравнивать со светом, то красный (большая длина волны) — это бас, желтый — баритон, зеленый — тенор, синий — альт, а фиолетовый (малая длина волны) — сопрано.

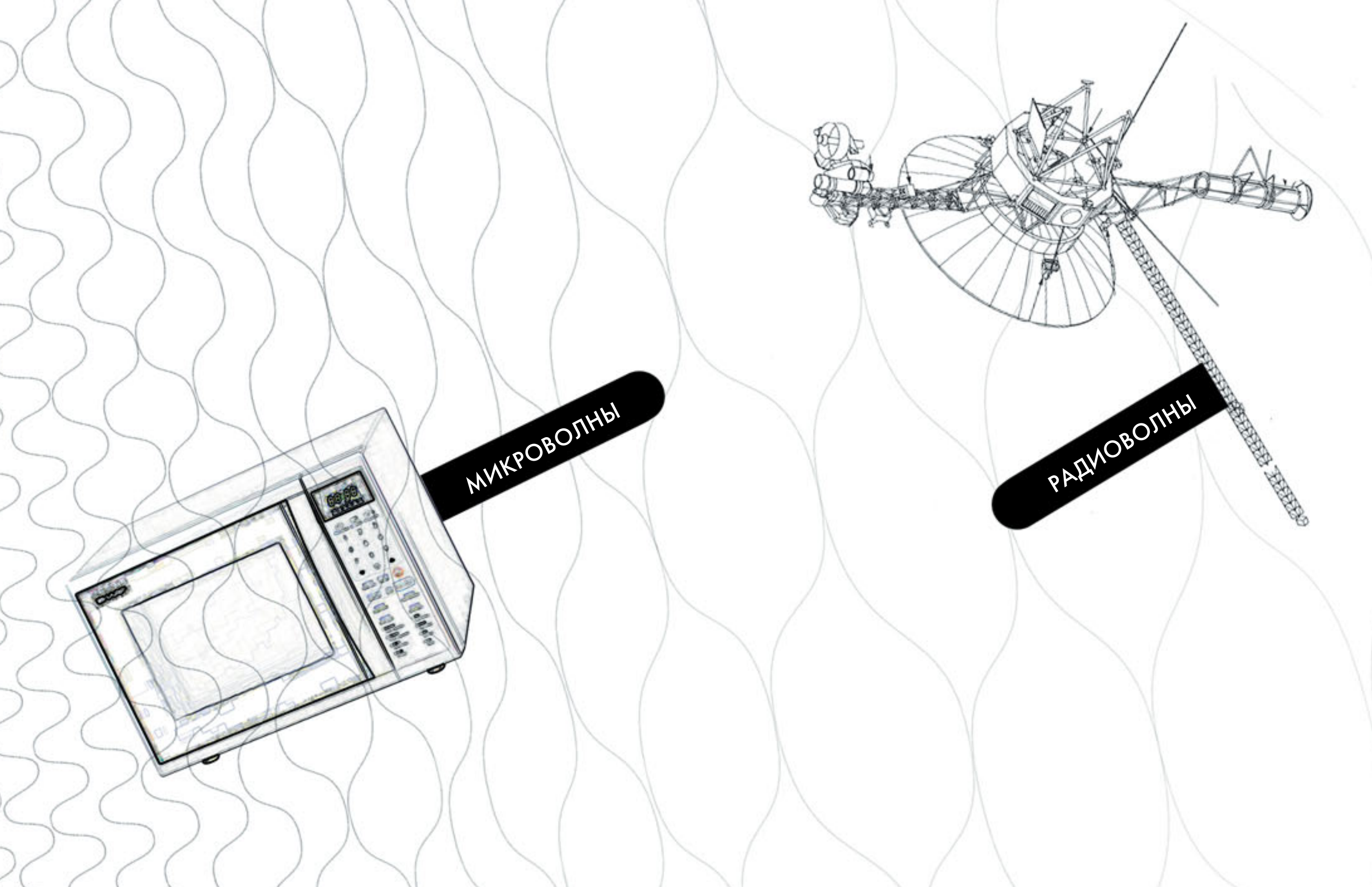
Существуют звуки слишком высокие, которые мы не слышим. Они называются *ультразвук*. Летучие мыши его слышат и используют эхо, чтобы ориентироваться в пространстве. Есть звуки и слишком низкие для нас — инфразвук. Слоны, киты и некоторые другие животные используют низкий гул, чтобы общаться друг с другом. Самые басовые ноты большого церковного органа настолько низкие, что их почти не слышно, зато чувствуешь их всем телом. Слышимый человеком диапазон находится посередине между слишком высоким для нас (но не для летучих мышей) ультразвуком и слишком низким для нас (но не для слонов) инфразвуком.

То же и со светом. Среди цветов эквивалентом ультразвука (писка летучих мышей) является ультрафиолет, что значит "за пределами фиолетового". Мы не видим ультрафиолет, а насекомые видят. На некоторых цветках есть полоски или другие узоры, видимые только в ультрафиолете. Насекомые могут их различить, а нам требуются специальные инструменты, чтобы перевести узоры в видимую часть спектра. На фотографии справа цветок ослинника выглядит для нас желтым, без узоров и полос. Но если сфотографировать его в ультрафиолете, то в центре проявится звездчатый узор. На нижней картинке он белого цвета, но на самом деле — ультрафиолетовый. Так как ультрафиолетовый цвет мы не различаем, то пришлось использовать какой-нибудь другой, и автор этого изображения выбрал черно-белую гамму. А мог выбрать синий или какой-либо иной. Спектр уходит и в более высокие частоты, далеко за пределы ультрафиолета и за пределы возможностей зрения насекомых. Воспринимай рентгеновские лучи как "свет" более "высокой тональности", чем ультрафиолет. Гамма-лучи — и того выше.

С другого края спектра насекомые не видят красный цвет, а мы видим. За красным находится инфракрасный, который мы не различаем, зато способны чувствовать как тепло (некоторые змеи особенно к нему чувствительны и используют его для обнаружения добычи). Наверное, пчелы назвали бы красный инфраоранжевым. Еще "басовее" инфракрасного цвета располагаются микроволны, помогающие нам в готовке. Еще ниже (длина волны еще больше) — радиоволны.




ИНФРАКРАСНЫЙ
ВИДИМЫЙ СВЕТ
УЛЬТРАФИОЛЕТ
РЕНТГЕН



Удивительно, что различаемый человеком свет — весь спектр, или "радуга" видимых цветов, заключенных между "высоким" фиолетовым и "басовым" красным, — всего лишь тоненькая полоска посреди огромного спектра от гамма-лучей на высокочастотном конце до радиоволн на низкочастотном. Почти весь спектр невидим нашему глазу.

Солнце и звезды испускают электромагнитные лучи всех частот — от "басовых" радиоволн до "высоких" космических лучей. Хоть мы и не различаем цвета за пределами узкой полоски видимого света от красного до фиолетового, у нас есть приборы, с помощью которых мы регистрируем невидимые лучи. Изображение Сверхновой в 6-й главе сделано с помощью испускаемых ею рентгеновских лучей. Цвета на фотографии вымышлены. Как белый цвет узора на цветке ослинника. На изображении Сверхновой разными цветами показаны рентгеновские лучи, отличающиеся между собой длиной волны. Ученые обратились к радиоастрономам, чтобы те "сфотографировали" звезды с помощью радиоволн, а не света или рентгеновского излучения. Прибор, который они использовали, называется радиотелескоп. Другие ученые фотографируют небо в другом конце спектра — рентгеновскими лучами. Используя различные части спектра, мы получаем разные знания о звездах и Вселенной. То, что наши глаза видят лишь мизерную часть спектра, крошечную полоску среди массы лучей, фиксируемых научными методами, — прекрасная иллюстрация способности науки нас удивлять, замечательный пример магии реальности.

В следующей главе мы узнаем о радуге еще много занимательных фактов. Разделение света далекой звезды на спектр помогает нам определить не только состав звезды, но и ее возраст. И доказательство такого рода, радужное доказательство, позволяет нам выяснить возраст Вселенной и вообще когда она появилась. Звучит неправдоподобно, но все это ты узнаешь в следующей главе.



8 КОГДА И КАК ВСЕ НАЧИНАЛОСЬ?

Начнем с мифа африканского племени группы банту — конголезских бошонго. Вначале не было земли, только водянистая тьма и, что важно, бог Бунба. У Бунбы заболел живот, и он отрыгнул солнце. Солнечный свет рассеял тьму, а тепло испарило часть воды, обнажив сушу. Боль в животе не прошла, и тогда он вытошнил луну, звезды, животных и людей.

Во многих китайских мифах о творении встречается некий Пань-гу, и часто он предстает в образе гигантского волосатого человека с головой собаки. Вот один из мифов о Пань-гу. Вначале не было различия между небесами и землей: все было одной липкой массой вокруг большого черного яйца. Внутри него сидел Пань-гу. Пань-гу спал в яйце 18 тысяч лет. Проснувшись, он захотел выбраться, взял топор и прорубил себе выход. Тяжелые осколки яйца погрузились в воду и стали землей. Легкие воспарили и стали небом. После этого земля и небо отдалялись друг от друга со скоростью (примерно) 3 метра в день на протяжении следующих 18 тысяч лет.





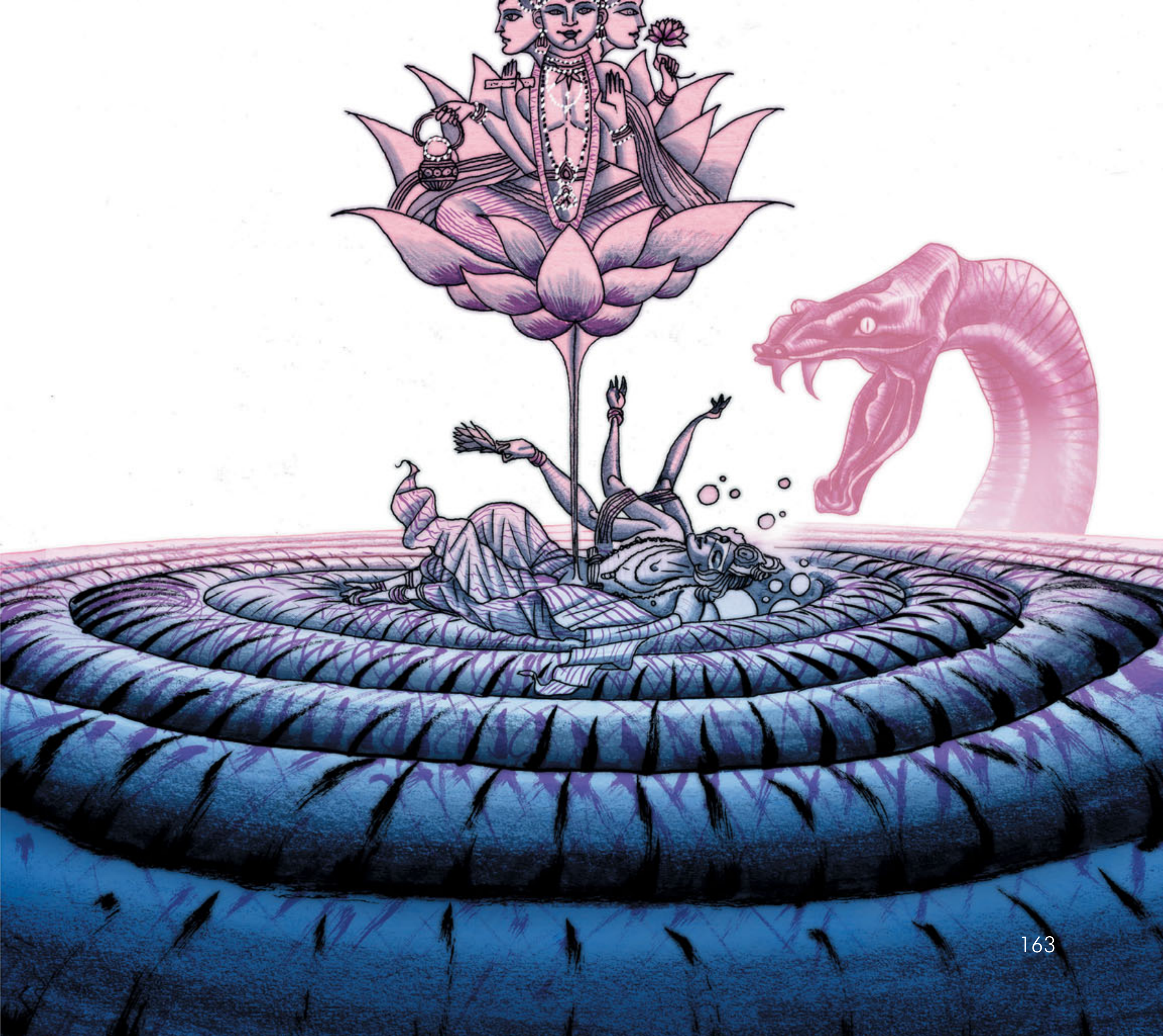
В других версиях истории Пань-гу раздвигает небо и землю, после чего, обессилев, умирает. Части его тела превращаются в знакомые нам элементы Вселенной. Его дыхание стало ветром, голос — громом, глаза превратились в луну и солнце, мускулы — в поля, а вены — в дороги. Его пот стал дождем, а волосы — звездами. Люди же произошли от блох и вшей, живших на его теле.

Кстати, история о том, как Пань-гу раздвигает небо и землю, похожа (возможно, это просто совпадение) на греческий миф об Атласе, тоже поддерживавшем небо (странно, что на картинах и статуях он держит на своих плечах всю Землю).

Вот один из многих индийских мифов о творении. До начала времен существовал великий океан небытия, на поверхности которого кольцами свернулась гигантская змея. На кольцах спал бог Вишну. Внезапно Вишну проснулся от гула, доносящегося из глубины океана небытия, и в тот же миг из его пупка вырос цветок лотоса. В центре цветка сидел Брахма, слуга Вишну. Вишну приказал Брахме создать мир. И Брахма без проблем создал его! А заодно и всех живых существ! Вот так, запросто!

Меня разочаровывает во всех этих мифах о творении то, что изначально они предполагают наличие какого-то существа еще до возникновения Вселенной, будь то Бунба, Брахма, Пань-гу, Ункулункулу (создатель зулусов), Абасси (создатель нигерийцев) или “старик на небе” (создатель племени салиш, коренных жителей Канады). Тебе не кажется, что сначала должна была возникнуть хоть какая-то Вселенная, чтобы творящему духу было где работать? Ни один из мифов не объясняет, как возник сам создатель Вселенной (обычно он мужского пола).

Таким образом, из мифов мало что становится понятным. Теперь давай обратимся к тому, как на самом деле началась история Вселенной.



КАК ВСЕ НАЧАЛОСЬ
НА САМОМ ДЕЛЕ?

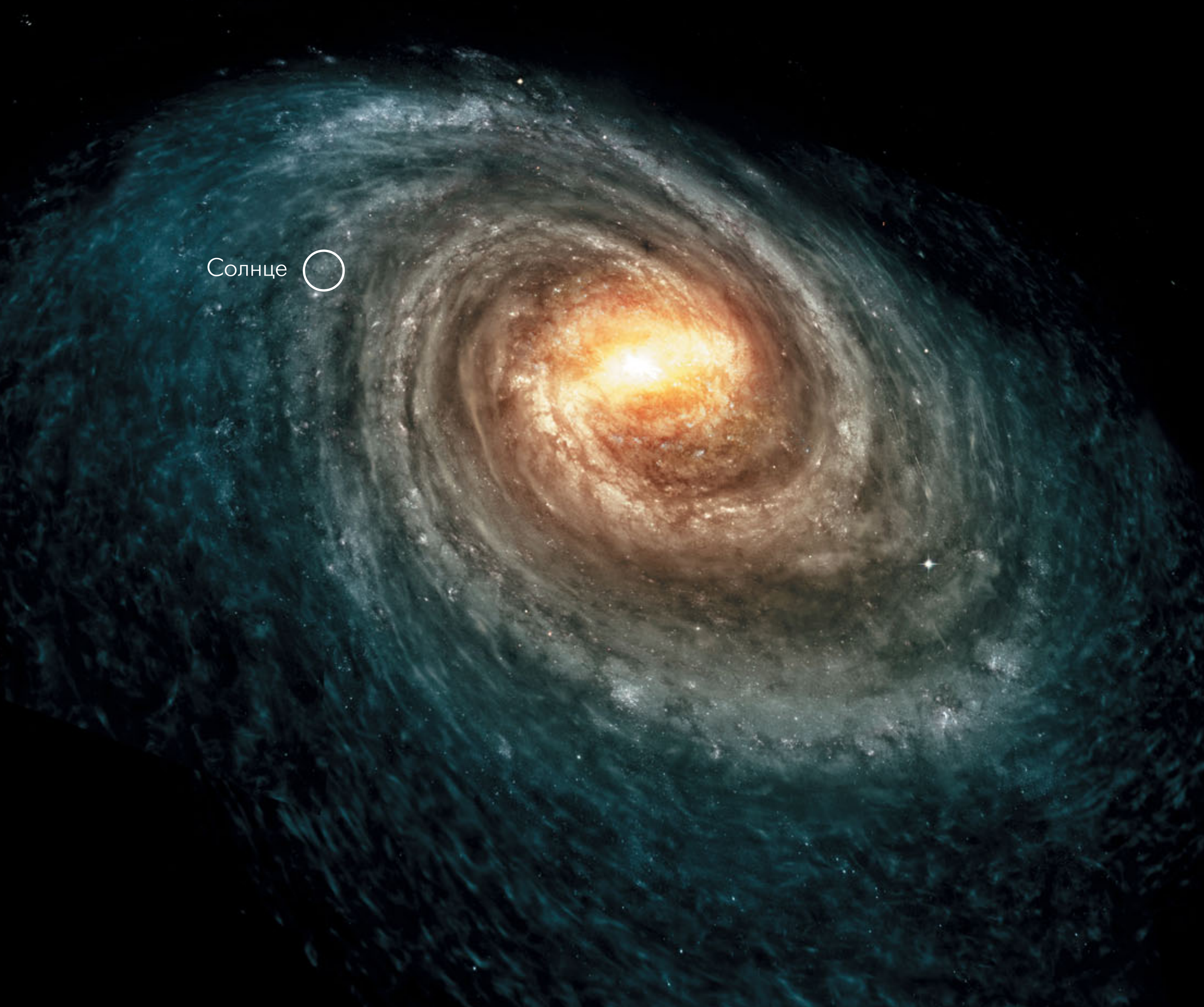
Помнишь, в 1-й главе я рассказывал, что ученые используют модели того, как все могло бы быть на самом деле? Потом они проверяют каждую модель, предсказывая, что мы увидим или какие результаты измерений получим, если модель верна. В середине XX века соперничали две модели происхождения Вселенной — "стационарная Вселенная" и модель Большого взрыва. Модель стационарной Вселенной была очень изящной, но оказалась неверной, то есть предсказания, основанные на ней, не сбылись. Согласно этой модели, начала никогда не было: Вселенная всегда существовала примерно в том состоянии, что и сейчас. Модель Большого взрыва, напротив, предполагала, что Вселенная зародилась в определенный момент в результате своего рода взрыва. Предсказания, основанные на теории Большого взрыва, подтверждаются, и сейчас модель принята большинством ученых.

Согласно современной версии модели Большого взрыва, наблюдаемая Вселенная зародилась 13–14 миллиардов лет назад. Почему я сказал "наблюдаемая"? "Наблюдаемая Вселенная" — это все то, чему у нас есть хоть какие-то доказательства. Возможно, существуют другие вселенные, недоступные для наших приборов и органов чувств. Некоторые ученые спекулируют на эту тему и утверждают, что наша Вселенная — часть "мультивселенной" — пены из "пузырьков", где каждый "пузырек" — отдельная вселенная. Или, возможно, наблюдаемая Вселенная, в которой мы живем, — единственная. Как бы то ни было, в этой главе я ограничусь наблюдаемой Вселенной. Скорее всего, она возникла после Большого взрыва, и это знаменательное событие случилось примерно 14 миллиардов лет назад.

Кое-кто из ученых утверждает, что время само началось с Большим взрывом, поэтому спрашивать, что происходило до Большого взрыва, — все равно что интересоваться, что находится севернее Северного полюса. Непонятно? Мне тоже. Но я вроде бы понимаю доказательство того, что Большой взрыв произошел, и произошел в определенное время. Сначала объясню, что такое Вселенная. В 6-й главе, взяв для примера футбольный мяч, мы поняли, на каком огромном расстоянии друг от друга находятся звезды, если сравнивать их с планетами нашей системы. Несмотря на громадные дистанции, звезды тем не менее объединяются в группы, которые называются галактиками. Вот изображение четырех галактик:



Каждая галактика выглядит как расплывчатый узор, на самом деле состоящий из миллиардов звезд, а также из облаков газа и пыли.



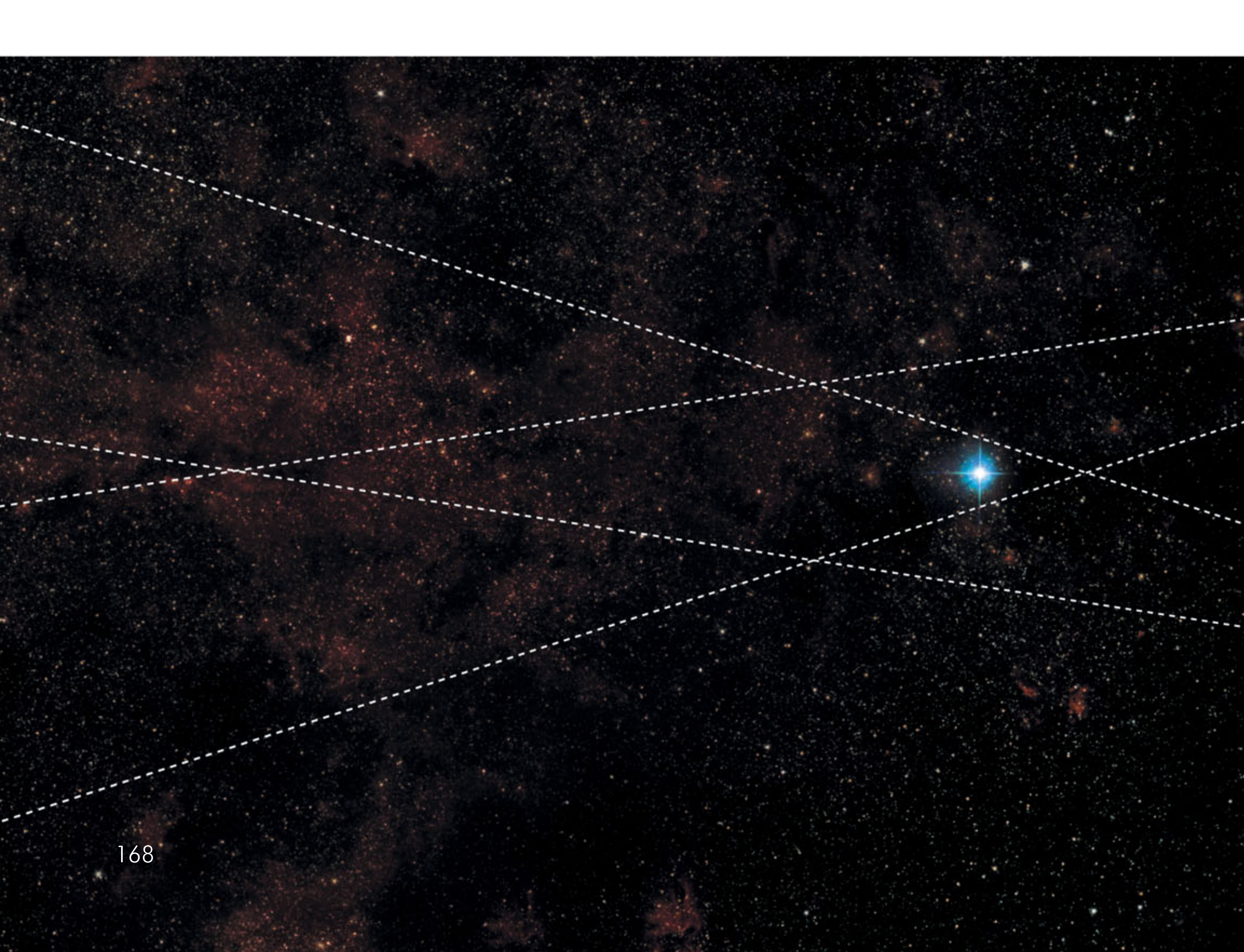
Наше Солнце — одна из звезд в составе галактики, которая называется Млечный Путь. А называется она так потому, что мы видим ее сбоку темными ночами: она представляется нам как загадочная лента или дорога в небе, которую можно принять за длинное полупрозрачное облако, пока не поймешь, что это на самом деле, а когда поймешь, то поразишься масштабам увиденного. Мы не можем увидеть галактику Млечный Путь во всем ее великолепии, потому что сами в ней находимся, и картинка сверху — фантазия художника, на которой отмечено наше местонахождение. Оно обозначено как "Солнце", потому что в таком масштабе нет заметного расстояния между Солнцем и какой-либо из его планет.

Зато справа — не плод воображения художника, а настоящая фотография, сделанная с помощью телескопа, на ней сотни галактик, в каждой из которых миллиарды звезд, как и в нашем Млечном Пути. Всякий раз я прихожу в восторг, понимая, что каждый из этих кружочков света — целая галактика, сравнимая с Млечным Путем. И это неоспоримый факт. Наблюдаемая нами Вселенная огромна.

Следующая важная проблема состоит вот в чем. Расстояние до любой галактики можно измерить. Как? Для начала посмотрим, как измеряют расстояние до чего-либо во Вселенной. Для близких звезд используется такое явление, как параллакс. Поднеси палец к носу и закрой левый глаз. Теперь открой левый глаз и закрой правый. Продолжай мигать глазами по очереди, и ты заметишь, что кажущееся положение пальца скачет из стороны в сторону. Так происходит из-за разницы начальных точек линий визирования. Поднеси палец поближе, и скачки увеличатся. Осталось выяснить расстояние между глазами, и тогда мы вычислим дистанцию от глаз до пальца по величине скачков. Это и есть параллакс — метод оценки расстояний.

Теперь, вместо того чтобы смотреть на палец, взгляни на звезду в ночном небе, точно так же закрывая глаза по очереди. Звезда не поменяет свое положение. Чтобы звезда скакала с места на место, между твоими глазами должны быть миллионы километров! Как нам добиться того же эффекта, оставив глаза на месте? Мы используем тот факт, что диаметр орбиты Земли вокруг Солнца — 300 миллионов километров. Мы отмечаем положение близкой звезды относительно неподвижного фона из других звезд. Шесть месяцев спустя, когда Земля окажется на противоположном конце орбиты, в 300 миллионах километров, мы снова отметим кажущееся положение звезды. Если он достаточно близко, то она совершит "скачок". По величине скачка можно легко рассчитать расстояние до звезды.

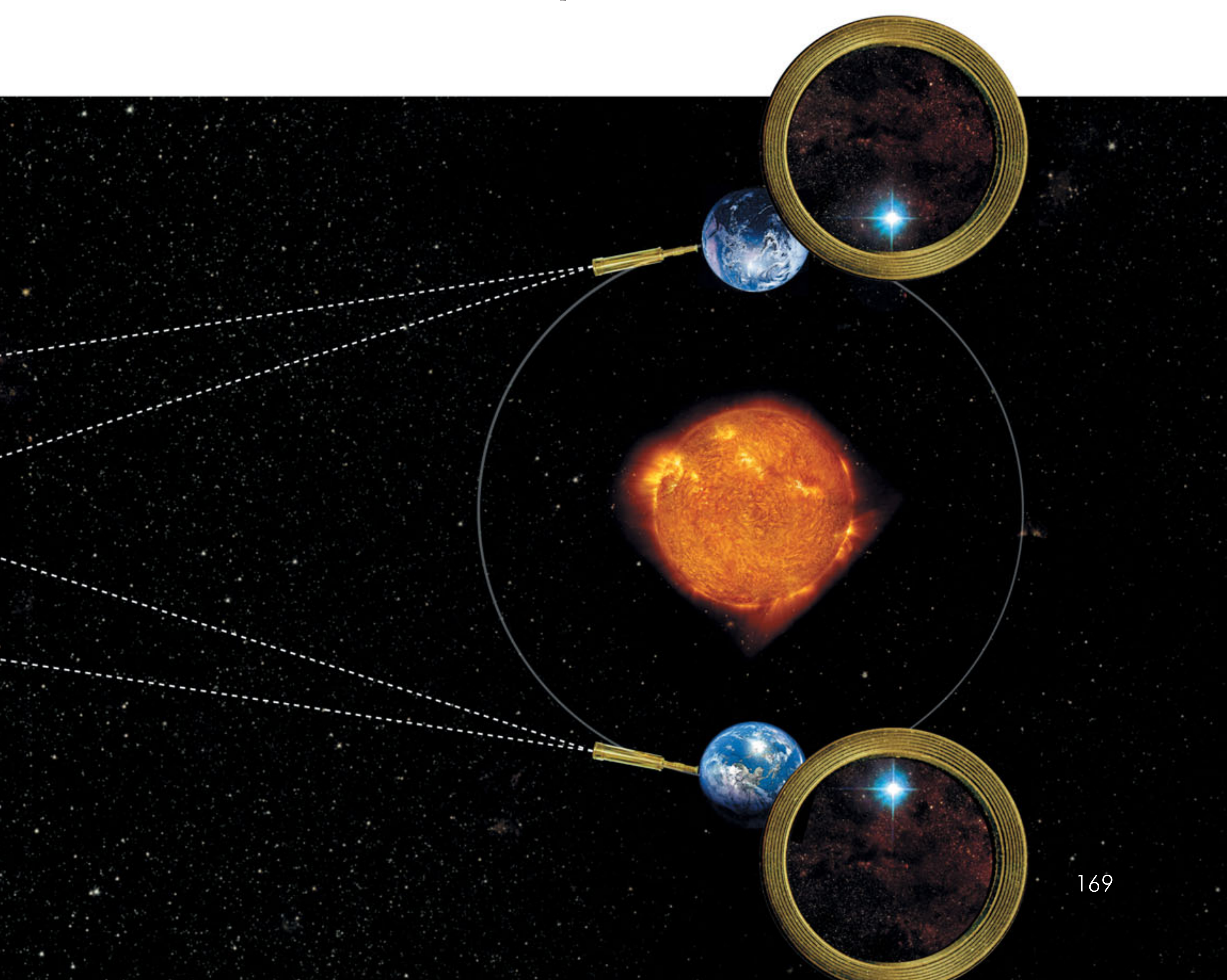
К несчастью, метод параллакса работает только для близких звезд. Для тех, что по-



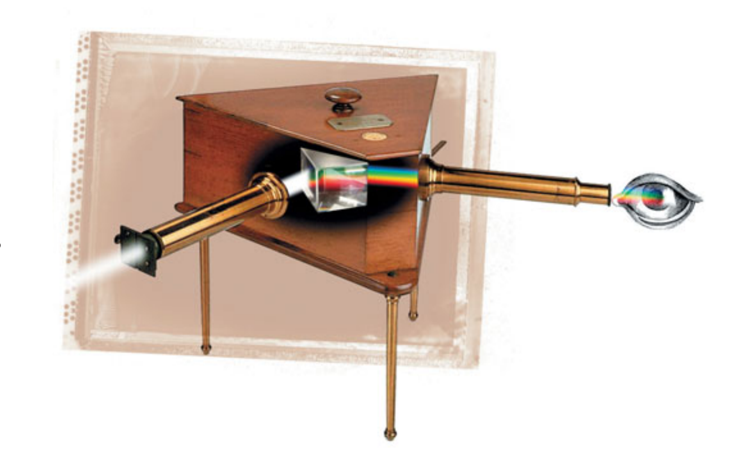
дальше, и уж тем более для других галактик наши "глаза" потребуется разнести больше, чем на 300 миллионов километров. Возникла необходимость найти другой метод. Возможно, тебе пришла в голову идея измерять яркость галактики, ведь та галактика, что ближе, будет светить ярче? Загвоздка в том, что галактики *на самом деле* различаются по яркости. Это все равно что оценивать расстояние до свечи. Если одни свечи горят ярче других, то откуда нам знать, смотрим мы на далекую яркую свечу или на близкую, но тусклую?

К счастью, астрономы доказали, что существуют так называемые *стандартные свечки.* Ученые настолько хорошо разбираются во внутренних процессах звезды, что знают, насколько они яркие, притом не по тому, какими мы их видим, а по их истинной яркости, интенсивности света (или рентгеновских лучей, или любого другого вида излучения, который мы умеем измерять) еще до начала их долгого странствия до наших телескопов. Ученые также знают, как распознать такие "свечки", поэтому как только находят ее в галактике, сразу же используют значения ее яркости для определения примерного расстояния с помощью хорошо проверенных расчетов.

Итак, у нас есть метод параллакса для определения коротких расстояний и "линейка" из "стандартных свечей", которую используют для измерения гораздо больших дистанций, добираясь до самых отдаленных галактик.

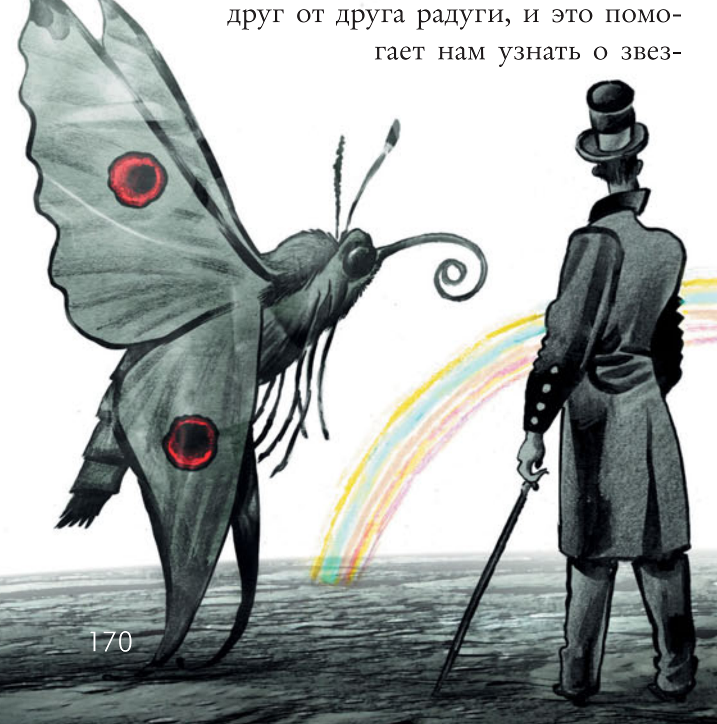


Радуги и красный…



Отлично, теперь мы знаем, что такое галактика и как определить расстояние до нее. Следующий этап — придумать, как использовать спектр, с которым мы познакомились в 7-й главе, когда обсуждали радугу. Однажды меня пригласили написать главу в книгу, в которой разные ученые рассказывали о самых важных на их взгляд открытиях. Идея прекрасная, но я присоединился достаточно поздно, и все очевидные изобретения уже разобрали: колесо, печатный станок, телефон, компьютер и так далее. Тогда я выбрал прибор, который вряд ли кто-либо выбрал бы, но очень важный, хоть его мало кто использует (надо признаться, сам я его в руках не держал). Я выбрал *спектроскоп*.

Спектроскоп создает радугу. Когда он присоединяется к телескопу, он принимает свет какой-нибудь определенной звезды или галактики и превращает его в спектр, как Ньютон с помощью призмы. Но прибор устроен хитрее, чем ньютоновская призма, потому что позволяет проводить измерения получаемого на выходе спектра звезды. А что измерять в радуге? Теперь начинается самое интересное. Свет от разных звезд производит отличающиеся друг от друга радуги, и это помогает нам узнать о звездах много нового. Означает ли это, что свет звезды открывает нам странные новые цвета, невиданные до сих пор на Земле? Конечно нет. На Земле ты уже видел все цвета, которые твои глаза способны различить. Ты разочарован? Я сильно огорчился, узнав об этом. В детстве я обожал книги Хью Лофтинга о докторе Дулитле. В одной из них доктор летит на Луну и волшебным образом начинает видеть совершено новые цвета, прежде недоступные человеческому глазу. Мне понравилась эта идея. Мне нравилось осознавать, что не все во Вселенной похоже на Землю. К несчастью, хоть идея была стоящая, она не соответствовала реальности, да иначе и быть не могло. Это следует из ньютоновского открытия: все видимые цвета содержатся в белом свете, и они появляются в полном составе после прохождения белого света через призму. Нет цветов за привычными нам границами. Художники создают бесчисленное количество оттенков,



но все они — результат смешения базовых компонентов белого цвета. Цвета в нашем восприятии — всего лишь ярлыки, навешанные мозгом, чтобы различать свет разных длин волн. Мы уже познакомились со всей гаммой длин волн на Земле. Ни на Луне, ни на других звездах отличий не будет. Увы!

Так что же я имел в виду, когда упомянул различия в спектрах звезд, которые можно измерить спектроскопом? Дело в том, что, когда свет звезды разлагается спектроскопом, в определенных частях спектра появляются странные узоры из тонких черных полос. Иногда полосы не черные, а цветные и задний фон, наоборот, черный — разницу я объясню позже. Узор из полос похож на штрих-код, по которому на кассе определяют цену товара. У разных звезд спектр один и тот же, а вот полосы отличаются, и тут сходство со штрих-кодом становится явным — по узору мы можем многое сказать о звезде и о ее составе.

Не только свет звезды превращается в штрих-код. Свет на Земле тоже, и в лаборатории мы проверяем этот свет, чтобы узнать состав его источника. Как выяснилось, штрих-код создают разные *элементы*. Например, натрий дает заметную полосу в желтой части спектра. Натриевая лампа (электрическая дуга в парах натрия) светится желтым. Причину этого понимают физики, а я биолог и не разбираюсь в квантовой теории.

Когда я ходил в школу в городе Сэлисбери на юге Англии, помню, я искренне удивился тому, как поменялся вид моей ярко-красной школьной кепки в свете желтых уличных фонарей. Она уже не выглядела красной — скорее желто-коричневой. То же произошло и с ярко-красными двухэтажными автобусами. Причина оказалась вот в чем. Как и во многих английских городах в то время, в Сэлисбери для уличного освещения использовали натриевые лампы. Они давали свет только в малом участке спектра, где находятся характерные для натрия полосы, а самая яркая полоса для натрия — желтая. Как бы то ни было, натриевый свет — чисто желтый и сильно отличается от обычного солнечного света и от желтоватого света простой лампы накаливания. В свете натриевых ламп отсутствует красный компонент, поэтому он и не мог отразиться от моей кепки. Тебе, наверное, интересно, что в первую очередь заставляет кепку или автобус выглядеть красными? Вот и ответ: молекулы краски поглощают бóльшую часть всех цветов, кроме красного. При дневном свете, содержащем свет всех длин волн, отражается в основном красный. Под натриевыми лампами красного света нет, и в результате получается желто-коричневый оттенок.



410 420 430 440 450 460 470 480 490 500 510 520 530 540 550 560 570 580 590 600 610 620 630 640 650 660 670 680 690

1 H Водород

Натрий — всего один из примеров. Помнишь, в 4-й главе я говорил, что у каждого элемента свой уникальный порядковый номер, определяющий количество протонов в ядре (и электронов вокруг ядра). Из-за чего-то, связанного с орбитами электронов, каждый элемент по-своему, уникальным образом влияет на свет. Уникально, как штрих-код. По сути, штрих-код и узор из линий на спектре звезды очень похожи. По линиям штрих-кода на спектре звезды, обработанном спектроскопом, можно определить, какие из 92 природных элементов присутствуют в составе звезды.

В интернете есть сайт, где можно посмотреть спектральный код для любого элемента: www.booksattransworld.co.uk/dawkins-elements. Двигай слайдер по шкале, пока не дойдешь до нужного элемента. Они расположены по порядковым номерам, от водорода и выше.

Сверху ты видишь пример водорода, элемента с номером 1 (потому что у него один протон, запомни). Видишь, водород дает четыре полосы: одну в фиолетовой части спектра, одну в темно-синей, одну в бледно-голубой и одну в красной (значения длин волн цветов приведены на верхней шкале).

Чтобы понять картинки на этом сайте, стоит разъяснить несколько трудностей. Во-первых, обрати внимание на то, что каждая полоса делится на цветную часть на черном фоне (сверху) и черную на цветном фоне (снизу). Они называются *спектром излучения* (цветной на черном фоне) и *спектром поглощения* (черный на цветном фоне). Какой спектр получается — зависит от того, испускает ли элемент свет (как элемент натрий в натриевых лампах) или свет проходит через него (более частый случай, если элемент входит в состав звезды). Не хочу тебя утомлять этим деталями. Главное, что полоски появляются в одних и тех же местах спектра в обоих случаях. Код остается тем же — не важно, черные полоски или цветные.

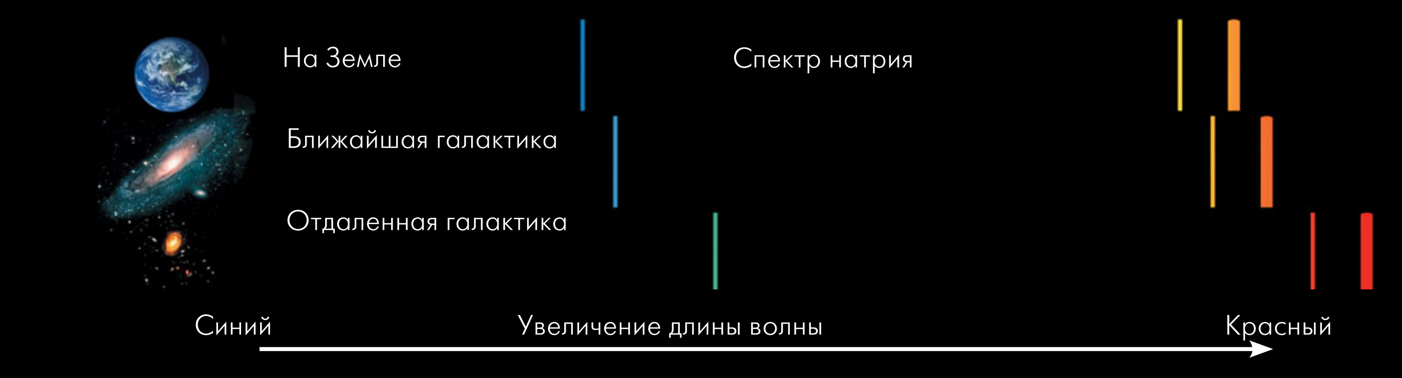
Еще одна сложность в том, что некоторые полоски более заметны, чем другие. Пропуская свет звезды через спектроскоп, обычно мы получаем только самые явные полосы. Сайт показывает нам все полосы, в том числе и слабые, которые удастся увидеть только в лаборатории, но не на спектре звезды. Натрий — отличный пример. На практике свет натрия желтый, и его значимые полоски проявляются в желтой части спектра. О других полосах можно забыть, хоть и интересно, где они находятся, без них теряется сходство со штрих-кодом.

Снизу — эмиссионный спектр натрия, на котором показаны только три полосы кода. Сразу видно, насколько преобладает желтый цвет.

Раз уж у всех элементов разная последовательность полос в штрих-коде, тогда по свету звезды возможно узнать, какие элемен-

Синий → Красный

Увеличение длины волны



ты входят в ее состав. Надо признаться, занятие это не из легких, потому что зачастую коды нескольких элементов перемешиваются. Но есть способы их различить. Все-таки замечательный прибор — спектроскоп!

На самом деле он еще лучше. На предыдущей странице был спектр натрия, полученный от света уличной лампы в Сэлисбери или от близкой звезды. Большинство звезд, что мы видим, например звезды из известных созвездий зодиака, находятся в нашей галактике. Если посмотреть на любую из них, то получится примерно тот же спектр света натрия. Но если взглянуть на спектр натрия от звезды из другой галактики, то картинка будет на удивление отличаться. Сверху на этой странице изображены полосы натриевого спектра из трех разных мест: с Земли (или от ближней звезды), от далекой звезды в близкой галактике и от очень далекой галактики. Сначала взгляни на штрих-код натриевого света из дальней галактики (внизу картинки) и сравни со штрих-кодом натриевого спектра с Земли (самая верхняя часть картинки). Порядок полос тот же, расстояние между ними одинаковое. Но весь код сдвинут к красной части спектра. И то и другое — натрий. Так что же произошло? Полосы не изменили своего положения друг относительно друга. Звучало бы, наверное, не очень убедительно, если бы так случалось только с натрием. Но так ведут себя все элементы. В каждом случае один и тот же порядок полос, характерный для элемента, но смещенный к красному концу спектра. Более того, для одной и той же галактики смещения будут одинаковыми.

На средней картинке, показывающей штрих-код светящегося натрия в близкой к нам галактике (она ближе, чем удаленные галактики из предыдущего абзаца, но дальше звезд из нашего Млечного Пути), ты увидишь сдвиг средней величины. Все тот же натриевый штрих-код, но смещенный не так далеко. Первая полоса перешла из темно-синего, но не достигла зеленого и остановилась на светло-голубом. А две желтые полосы (вместе создающие желтый свет уличных ламп Сэлисбери) сместились к красному концу спектра, но не дошли до красного, как в случае света от далеких галактик, — а только немного затронули оранжевый участок.

Натрий — всего лишь один из примеров. Любой другой элемент будет так же смещаться по спектру в красную сторону. Чем дальше галактика, тем больше сдвиг к красному. Это явление называется *смещение Хаббла*, потому что его открыл великий американский астроном Эдвин Хаббл, и после смерти ученого в его честь назвали телескоп, с помощью которого, кстати, были получены фотографии очень далеких галактик, помещенные на странице 167. Есть еще одно название — “красное смещение”, потому что сдвиг по спектру происходит в красную сторону.



Назад к Большому взрыву

Что скрывается за красным смещением? К счастью, ученые прекрасно в этом разбираются. Это пример так называемого *доплеровского смещения*. Оно наблюдается везде, где есть волны, а свет, как мы выяснили в предыдущей главе, состоит из волн. Такое смещение часто называют *эффектом Доплера,* и мы с ним знакомы в основном по звуковым волнам. Когда ты стоишь на обочине дороги и смотришь, как носятся автомобили, звук мотора каждой машины будто становится ниже, как только она проезжает мимо. Тебе известно, что нота, на которой звучит двигатель, остается той же, тогда почему тональность как будто падает? Ответ: за счет допплеровского смещения, и сейчас я объясню, что это такое.

Звук перемещается по воздуху как волна меняющегося давления воздуха. Когда ты слышишь звук двигателя или, скажем, трубы (она все-таки звучит приятнее двигателя), звуковые волны распространяются по воздуху от своего источника во все стороны. Если твое ухо находится в одном из этих направлений, то оно засе-



чет изменения давления воздуха, созданные трубой, а мозг превратит их в звук. Не подумай, что молекулы воздуха перемещаются от трубы к твоему уху. Вовсе нет, ведь тогда это был бы ветер, а ветер перемещается только в одном направлении, тогда как звуковые волны — во все стороны, как расходящиеся круги на поверхности пруда, если в него бросить камешек.

Наиболее понятная модель волны — волна на стадионе, когда зрители встают и садятся в определенном порядке: каждый поднимается, как только его сосед (допустим, слева) опускается. Такая волна быстро обходит весь стадион. Ни один человек не покидает своего места, а волна передвигается, и никому даже бегом ее не перегнать.

В случае с прудом мы наблюдаем волну изменений высоты поверхности воды. Волной ее делает то, что молекулы воды не устремляются в стороны от камня. Молекулы воды перемещаются вверх-вниз, как зрители на стадионе. Волны не отплывают от камня, так только кажется, потому что передвигаются точки максимальной и минимальной высоты.

Звуковые волны немного иные. В случае звука перемещается волна давления воздуха. Молекулы воздуха перемещаются на небольшие дистанции — от трубы (или любого другого источника звука) и обратно. Во время своего движения они ударяются о соседние молекулы и заставляют их тоже двигаться в разные стороны. Те в свою очередь стукаются о своих соседей, и в результате волна соударения молекул, что по сути и есть изменение давления, движется от трубы во все стороны. Именно волна достигает твоих ушей, а не молекулы воздуха. У волны постоянная скорость вне зависимости от источника звука, будь то труба, голос или автомобиль, — примерно 1 236 километров в час в воздухе (под водой скорость вырастет в четыре раза, а в некоторых твердых веществах — еще больше). Если на трубе сыграть высокую ноту, то скорость передвижения волны останется той же, но расстояние между вершинами волн (длина волны) уменьшится. При низкой ноте вершины волн отдалятся друг от друга, а волна продолжит движение с той же скоростью. Таким образом, у высоких нот длина волны меньше, чем у низких.

Итак, мы выяснили, что такое звуковые волны. Теперь вернемся к смещению Допплера. Представь себе трубача, играющего долгую ровную ноту на склоне заснеженного холма. Ты садишься на санки и устремляешься вниз к трубачу (я предпочел санки автомобилю, потому что они тише, и ты услышишь трубу). Что именно ты услышишь? Вершины волн удаляются от трубы на определенном расстоянии друг от друга в зависимости от ноты, которую выбрал трубач. Когда ты несешься к трубачу, твое ухо поглощает вершины волн с более высокой скоростью, чем если бы ты сидел спокойно на холме. Поэтому ты будешь слышать более высокую ноту, чем она есть на самом деле. После того как ты минуешь трубача, вершины волн будут попадать в твое ухо с более низкой скоростью (они покажутся более удаленными друг от друга, потому что перемещаются в одном направлении с твоими санками), поэтому кажущаяся тональность ноты будет ниже, чем в реальности. То же самое произойдет, если твое ухо не меняет положения в пространстве, а источник звука дви-





жется. Говорят (не знаю, правда ли это, но история красивая), что Кристиан Доплер, открывший этот эффект, нанял духовой оркестр и паровоз с вагоном, чтобы продемонстрировать свое открытие. К восторгу зрителей, мелодия, исполняемая оркестром, поменяла тональность на более низкую, когда поезд пронесся мимо.

Световые волны отличаются и от стадионной волны, и от звуковых волн. Но у них есть свой вариант эффекта Допплера. Напомню, что в красном конце спектра длина волны больше, чем в синем, посередине — зеленый. Представь, что на всех участниках допплеровского духового оркестра желтые костюмы. Когда поезд к тебе приближается, твои глаза "ловят" вершины волн с большей скоростью, чем если бы ты стоял на месте. Таким образом, ты будешь наблюдать небольшое смещение цвета костюмов в зеленую часть спектра. Затем поезд проезжает мимо и удаляется — теперь костюмы кажутся немного краснее.

В этом примере есть один недостаток. Чтобы ты заметил синее или красное смещение, поезд должен ехать со скоростью миллионы километров в час. Нигде поезда не двигаются настолько быстро, чтобы кто-нибудь заметил эффект Допплера и смещение цвета. А галактики перемещаются. Смещение спектра в красную сторону, которое можно наблюдать на штрихкоде натрия на странице 172, говорит о том, что очень далекие галактики уносятся от нас со скоростью миллионы километров в час. А чем они дальше (по измерениям с помощью метода "стандартных свечей", который я описал ранее), тем быстрее удаляются от нас (и тем больше красное смещение).



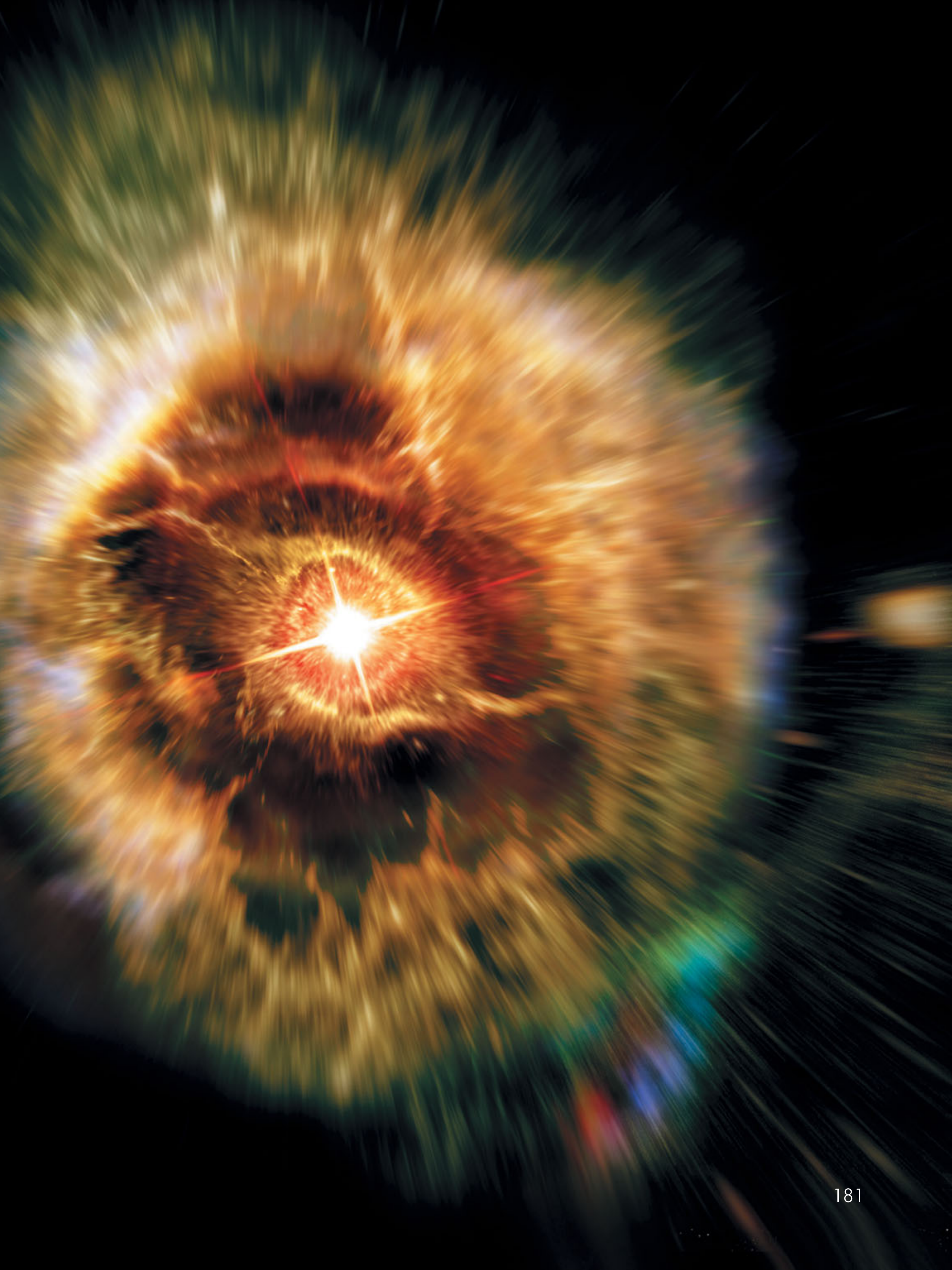
Все галактики с огромной скоростью удаляются друг от друга и от нас в том числе. Не важно, в какую сторону ты направишь телескоп, — все далекие галактики улетают от нас (и друг от друга) все быстрее и быстрее. Вся Вселенная, сам космос расширяется с колоссальной скоростью.

В таком случае, можешь ты спросить, почему космос расширяется только на уровне галактик? Почему звезды в пределах одной галактики не разлетаются в стороны? Почему мы с вами не разлетаемся друг от друга? Дело в том, что группы близких объектов, чем и является галактика, испытывают сильнейшее гравитационное притяжение от своих соседей. Это держит их вместе, тогда как далекие объекты — другие галактики — подчиняются расширению Вселенной.

А теперь самое замечательное. Астрономы понаблюдали за расширением и решили мысленно обратить его вспять. Все равно как если бы они записали фильм о расширении Вселенной, а потом просмотрели его в обратной перемотке. В таком видео галактики не удаляются друг от друга, а сближаются. Основываясь на таком фильме, астрономы могут рассчитать все вплоть до того момента, когда расширение Вселенной только началось. Они даже вычислили время этого момента. По их версии, он наступил от 13 до 14 миллиардов лет назад. Тогда зародилась Вселенная, в момент, который назвали

Большим взрывом.

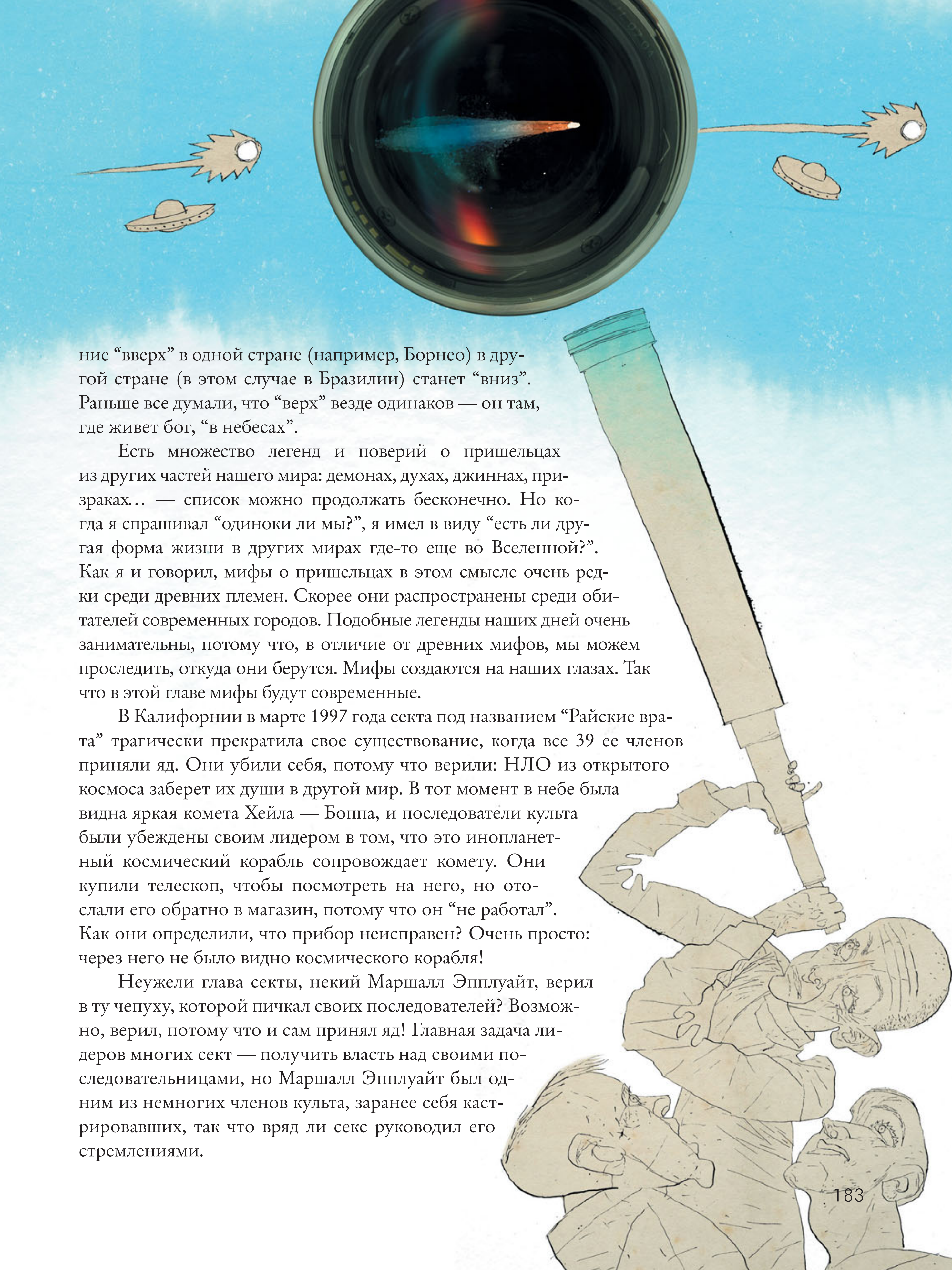
Согласно современным моделям Вселенной, в результате Большого взрыва появилась не только Вселенная, но и время и космос. Не проси меня объяснить это, я не космолог, я сам этого не понимаю. Но ты, наверное, понял, почему я выбрал спектроскоп как одно из самых важных изобретений всех времен. Радуги существуют не только для красоты. Они могут нам поведать, когда все началось, в том числе когда возникли время и космос. По-моему, от этого радуга стала еще красивее.





9 Одиноки ли мы?

Насколько я знаю, существует не так много мифов об инопланетной жизни во Вселенной, наверное, потому что сама идея о том, что Вселенная гораздо больше нашей планеты, появилась не так давно. Только в 1500 году ученые убедились, что Земля вращается вокруг Солнца и что есть и другие планеты. Но количество звезд и расстояние до них, не говоря уже о других галактиках, оставались за пределами знаний до сравнительно недавнего времени. Еще в недалеком прошлом люди не осознавали, что направле-



ние “вверх” в одной стране (например, Борнео) в другой стране (в этом случае в Бразилии) станет “вниз”. Раньше все думали, что “верх” везде одинаков — он там, где живет бог, “в небесах”.

Есть множество легенд и поверий о пришельцах из других частей нашего мира: демонах, духах, джиннах, призраках… — список можно продолжать бесконечно. Но когда я спрашивал “одиноки ли мы?”, я имел в виду “есть ли другая форма жизни в других мирах где-то еще во Вселенной?”. Как я и говорил, мифы о пришельцах в этом смысле очень редки среди древних племен. Скорее они распространены среди обитателей современных городов. Подобные легенды наших дней очень занимательны, потому что, в отличие от древних мифов, мы можем проследить, откуда они берутся. Мифы создаются на наших глазах. Так что в этой главе мифы будут современные.

В Калифорнии в марте 1997 года секта под названием “Райские врата” трагически прекратила свое существование, когда все 39 ее членов приняли яд. Они убили себя, потому что верили: НЛО из открытого космоса заберет их души в другой мир. В тот момент в небе была видна яркая комета Хейла — Боппа, и последователи культа были убеждены своим лидером в том, что это инопланетный космический корабль сопровождает комету. Они купили телескоп, чтобы посмотреть на него, но отослали его обратно в магазин, потому что он “не работал”. Как они определили, что прибор неисправен? Очень просто: через него не было видно космического корабля!

Неужели глава секты, некий Маршалл Эпплуайт, верил в ту чепуху, которой пичкал своих последователей? Возможно, верил, потому что и сам принял яд! Главная задача лидеров многих сект — получить власть над своими последовательницами, но Маршалл Эпплуайт был одним из немногих членов культа, заранее себя кастрировавших, так что вряд ли секс руководил его стремлениями.



Таких людей зачастую объединяет любовь к фантастике. Члены “Райских врат” были поклонниками сериала “Звездный путь”. Сейчас нет недостатка в научно-фантастических историях о пришельцах с других планет, и большинство из нас знает, что они — вымысел, а не хроника реальных событий. Но есть и немало тех, кто твердо, искренне и непоколебимо верит, что они были захвачены (“похищены”) пришельцами из дальнего космоса. Они так фанатично верят в это, что приводят в свою защиту самые нелепые “доказательства”. Например, один мужчина утверждал: его действительно похищали, и поэтому у него часто идет кровь из носа. По его версии, инопланетяне вставили ему в нос радиопередатчик, чтобы следить за ним. Помимо прочего, он предположил, что и сам отчасти инопланетянин, потому что цвет кожи у него темнее, чем у родителей. Удивительно большое количество американцев, вроде бы нормальных людей, верят, будто они побывали на борту летающих тарелок и стали жертвами чудовищных экспериментов, проводимых маленькими серыми людьми с большими головами и огромными выпуклыми глазами. “Похищение пришельцами” превратилось в отдельную мифологию, богатую, красочную и детализированную, как древнегреческая мифология о богах Олимпа. Разница в том, что мифы о похищении пришельцами появились недавно, и ты можешь поговорить с теми, кто верит, что был похищен: они кажутся обычными, психически здоровыми, разумными людьми, но расскажут тебе, как встретились с пришельцем лицом к лицу, как те выглядят и о чем говорят в процессе своих мерзких экспериментов, втыкая иголки в людей (разумеется, пришельцы говорят на английском!).

Сьюзан Клэнси — одна из нескольких психологов, тщательно изучающих тех, кто уверен, что стал жертвой похищения. Не все они сохранили четкие воспоминания о пережитом, иногда они вообще ничего не помнят. Они связывают это с тем, что инопланетяне, очевидно, использовали дьявольские технологии для стирания памяти после окончания экспериментов над их телами. Порой они обращаются к специалисту по гипнозу или психотерапевту, чтобы те помогли им вернуть "утраченные" воспоминания.

Возвращение "утраченной" памяти — отдельная история, по-своему занимательная. Иногда нам кажется, будто мы помним реальное событие, а на самом деле это всего лишь еще одно воспоминание... и так далее — до более или менее реального происшествия. Воспоминания о воспоминаниях о воспоминаниях со временем размываются. Есть доказательства тому, что некоторые из наших самых ярких воспоминаний — *ложные*. А ложные воспоминания могут быть внушены бессовестным "терапевтом".

Знание о синдроме ложной памяти помогает нам понять, почему у тех, кто заявляет, что их похитили инопланетяне, такие яркие воспоминания о случившемся. Обычно такие люди заражаются идеей о пришельцах, начитавшись в газетах историй про другие похищения. Как я уже говорил, они зачастую еще и увлекаются сериалом "Звездный путь" или другими научно-фантастическими историями. Замечательный факт: инопланетяне-похитители обычно очень похожи на пришельцев из недавно показанного по телевизору фильма, и проводят они те же "эксперименты".

Еще одна причина такого поведения может скрываться в том, что человек подвергся пугающему воздействию *сонного паралича*. Это явление встречается нечасто. Возможно, ты испытывал нечто подобное, и в следующий раз, после моих разъяснений, тебе, надеюсь, будет не так страшно.

Обычно, когда ты спишь и видишь сны, твое тело парализовано. Наверное, смысл явления в том, чтобы мышцы не работали во сне и ты не стал лунатиком (хотя и такое случается). Когда ты просыпаешься и сон исчезает, паралич проходит, и ты снова можешь двигаться.

Бывает и так, что между тем, как просыпается твое сознание и активизируются мышцы, возникает пауза, и это называют сонным параличом. Это страшно — попробуй только себе представить. Ты вроде бы проснулся, видишь свою комнату и предметы в ней, но не можешь пошевелиться. Часто сонный паралич сопровождается ужасными галлюцинациями. Людей одолевает чувство необъяснимой смертельной опасности. Иногда они могут видеть несуществующие вещи, как во сне. И, как во сне, эти вещи кажутся абсолютно реальными.

Теперь подумай: какие бы тебе явились галлюцинации во время сонного паралича? Фанат современной научной фантастики скорее всего увидел бы серых гуманоидов с большими головами и выпуклыми глазами. Столетия назад, до появления научной фантастики, людей посещали другие видения: гоблины, оборотни, вампиры-кровососы или (если повезет) прекрасные крылатые ангелы.

Суть в том, что образы во время сонного паралича берутся не из окружающего мира, а из собственных страхов, а также из легенд или фантастики. Даже если галлюцинаций нет, то ощущения настолько кошмарные, что, наконец проснувшись, жертвы сонного паралича убеждены: с ними произошло нечто чудовищное. Если ты веришь в вампиров, то вероятнее всего ты будешь полагать, что тебя укусил кровопийца. Если я верю в похищения пришельцами, то могу проснуться в убеждении, что инопланетяне меня похитили, а потом стерли память.

Еще одно распространенное свойство жертв сонного паралича: даже если им не привиделись пришельцы и жестокие эксперименты, воспоминания о своих страхах перерождаются в ложную память. Процесс зачастую ускоряется благодаря друзьям и семье, требующим все более и более детальных подробностей и задающим наводящие вопросы: "Там были пришельцы? Какого они цвета? Серые? У них были выпуклые глаза, как в фильмах?" Даже вопроса достаточно, чтобы посеять или укрепить ложное воспоминание. Если так посмотреть, то неудивительно, что почти 4 миллиона американцев уверены: их похищали пришельцы.

Моя подруга, психолог Сью Блэкмор, отметила: скорее всего сонный паралич стал основой для более ранних придуманных кошмаров, имевших место до того, как идея о гостях из космоса приобрела популярность. В Средние века люди заявляли, что посреди ночи их посетил инкуб (демон мужского пола, вступающий в сексуальный контакт с жертвой-женщиной) или суккуб (демон женского пола, вступающий в сексуальный контакт с жертвой-мужчиной). Когда ты пытаешься шевельнуться во время сонного паралича, тебе кажется, что некая сила прижимает тебя к кровати. Напуганной жертве может почудиться, что ее насилуют.

В легендах острова

Ньюфаундленд есть персонаж — Старый бес, который приходит к людям ночью и садится им на грудь. В Индокитае есть легенда о “сером призраке”, обездвиживающем людей в темноте.

Итак, мы поняли, почему некоторые верят, будто их похитили пришельцы, а еще мы нашли связь современных мифов об инопланетянах с более ранними мифами о похотливых инкубах и суккубах или о вампирах с длинными клыками, пьющих по ночам человеческую кровь. Нет ни одного стоящего доказательства визита инопланетян из дальнего космоса (то же можно сказать про инкубов, суккубов и любых других демонов). Однако вопрос, есть ли жизнь на других планетах, остается открытым. То, что никто к нам не прилетал, вовсе не значит, что никого помимо нас не существует. Возможно ли, что на какой-нибудь планете идет эволюция или другой процесс, только слегка напоминающий эволюцию?



Есть ли НА САМОМ ДЕЛЕ жизнь на других планетах?

Вот мое личное мнение: да, есть, и на миллионах планет. Но кому интересно чье-то мнение? Прямых доказательств нет. Одно из главных достоинств науки состоит в том, что ученые знают, когда ответ на какой-нибудь вопрос им неизвестен. Они с радостью заявляют о своем неведении. С радостью, потому что поиски верного ответа — увлекательнейшее занятие.

Когда-нибудь у нас появятся неоспоримые доказательства жизни на других планетах, и тогда мы будем уверены в своих знаниях. Сейчас лучшие умы пытаются понять, что может укрепить нашу уверенность, дать основу для перехода от догадок к аналогиям. А это само по себе уже интересное и непростое занятие.

Во-первых, нужно выяснить, сколько существует планет. Еще недавно бытова-

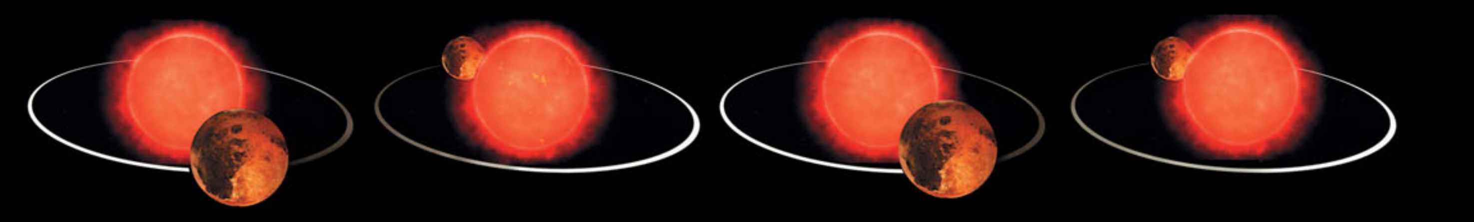
ло мнение, что никаких планет, кроме тех, что вращаются вокруг Солнца, не существует, поскольку даже в самый мощный телескоп их невозможно было увидеть. Сегодня у нас есть немало доказательств того, что вокруг многих звезд вращаются планеты, и новые экзопланеты открываются чуть ли не каждый день. Так называются те планеты, которые вращаются вокруг любой другой звезды, кроме Солнца.

Казалось бы, самый простой способ увидеть планету — посмотреть на нее в телескоп. Но планеты слишком тусклые, чтобы их разглядеть с огромного расстояния. Они не светятся, а только отражают свет своей звезды, поэтому их не увидишь напрямую. Приходится пользоваться косвенными методами, и вновь нам помогает спектроскоп, с которым мы познакомились в 8-й главе. И вот зачем он нам нужен.

Когда одно небесное тело вращается вокруг другого, сходного размера, они оба вращаются вокруг своего соседа, потому что подвержены одинаковой силе притяжения. Некоторые яркие звезды, которые мы видим на небе, на самом деле — так называемые двойные звезды, и каждая из них вращается вокруг другой, как две половинки гантели на невидимом штыре. Когда одно тело гораздо меньше другого, как в случае звезды и ее планеты, меньшее из них обращается вокруг большего, а большее совершает лишь незначительные движения в противоположном направлении, вызванные силой притяжения к маленькому телу. Земля обращается вокруг Солнца, но и Солнце колеблется в ответ на силу притяжения Земли. Такая крупная планета, как Юпитер, оказывает значительное влияние на местоположение своей звезды. Подобных мелких движений мало, чтобы они считались вращением вокруг планеты, но они достаточно сильны, чтобы мы их заметили с помощью приборов, пусть даже самой планеты и не видно.

Как зафиксировать такие движения — вопрос, требующий отдельного рассмотрения. Звезды слишком далеки от нас, чтобы мы могли разглядеть их движение даже в самый мощный телескоп. Звучит странно, но, несмотря на это, приборы позволяют измерить скорость их перемещения. И тут, что удивительно, нам снова понадобится спектроскоп. Помнишь смещение Допплера из 8-й главы? Когда звезда от нас удаляется, ее свет будет смещен к красной стороне спектра. Если приближается, то к синей. То есть если вокруг звезды вращается планета, спектроскоп отобразит регулярно сменяющие друг друга синие и красные штрихи, а частота смен покажет, сколько времени на планете длится один год. Все сложнее, когда планета не одна. Но астрономы сильны в математике и справляются с такими трудностями. К моменту написания этой книги (январь 2011) подобным методом были обнаружены 484 планеты, вращающиеся вокруг 408 звезд. К тому моменту, как эту книгу прочтешь ты, их количество увеличится.

Есть и другие методы обнаружения планет. Например, когда планета проходит между нами и ее звездой, небольшая часть звезды затемняется, как во время солнечного затмения, правда, Луна, заслоняющая Солнце, кажется намного больше, потому что она ближе.

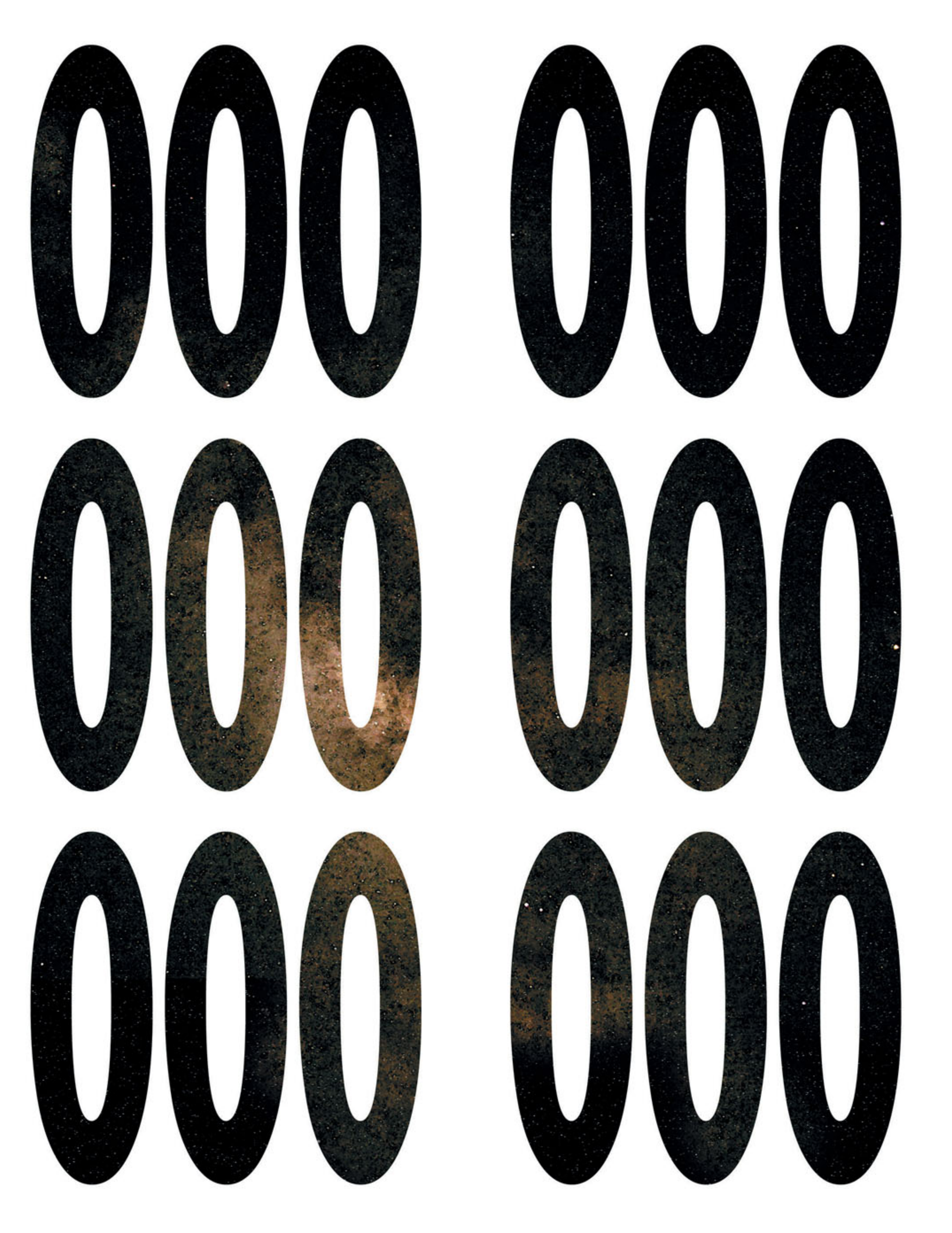


10 000

Помимо этого, звезда немного теряет в яркости, и порой нашим приборам хватает чувствительности, чтобы засечь подобное изменение. Всего таким методом открыли 110 планет. Несколькими другими способами определили местоположение еще 35 планет. В итоге в нашей галактике насчитали 519 планет, помимо тех, что вращаются вокруг Солнца.

Большинство звезд нашей галактики, вокруг которых ученые искали планеты, оправдали их надежды. Если считать такую галактику типичной, вывод очевиден: вокруг большей части звезд во Вселенной вращаются планеты. В нашей галактике примерно 100 миллиардов звезд, галактик во Вселенной примерно столько же. Значит, всего существует около 10 000 миллиардов звезд. Примерно 10 процентов известных звезд астрономы называют солнцеподобными. Звезды, заметно отличающиеся от Солнца, даже если у них есть планеты, вряд ли способствуют развитию на них жизни. Причины разные. Например, звезды, намного большие Солнца, живут недолго, а потом взрываются. Но даже если ограничиться планетами вокруг солнцеподобных звезд, мы будем иметь дело с миллиардами миллиардов, и то, возможно, недооценим их количество.

Ладно, сколько из тех планет, что вращаются вокруг “правильных” звезд, пригодны для жизни? На данный момент бóльшая часть открытых внесолнечных планет — “юпитеры”. Имеется в виду, что они — газовые гиганты, состоящие в основном из газа, находящегося под огромным давлением. Это и неудивительно, ведь чувствительность наших методов нахождения планет обычно не позволяет обнаружить ничего меньше Юпитера. А “юпитеры” — газовые гиганты — не подходят для жизни. Конечно, это вовсе не значит, что наша форма жизни — единственно возможная. И на Юпитере жизнь имеет право на существование, хотя я лично в этом сомневаюсь. Не знаю, какой процент из миллиардов миллиардов планет похожи на твердую Землю, а не на газовых гигантов-“юпитеров”. Даже если процент очень мал, общее количество подобных планет будет огромным.



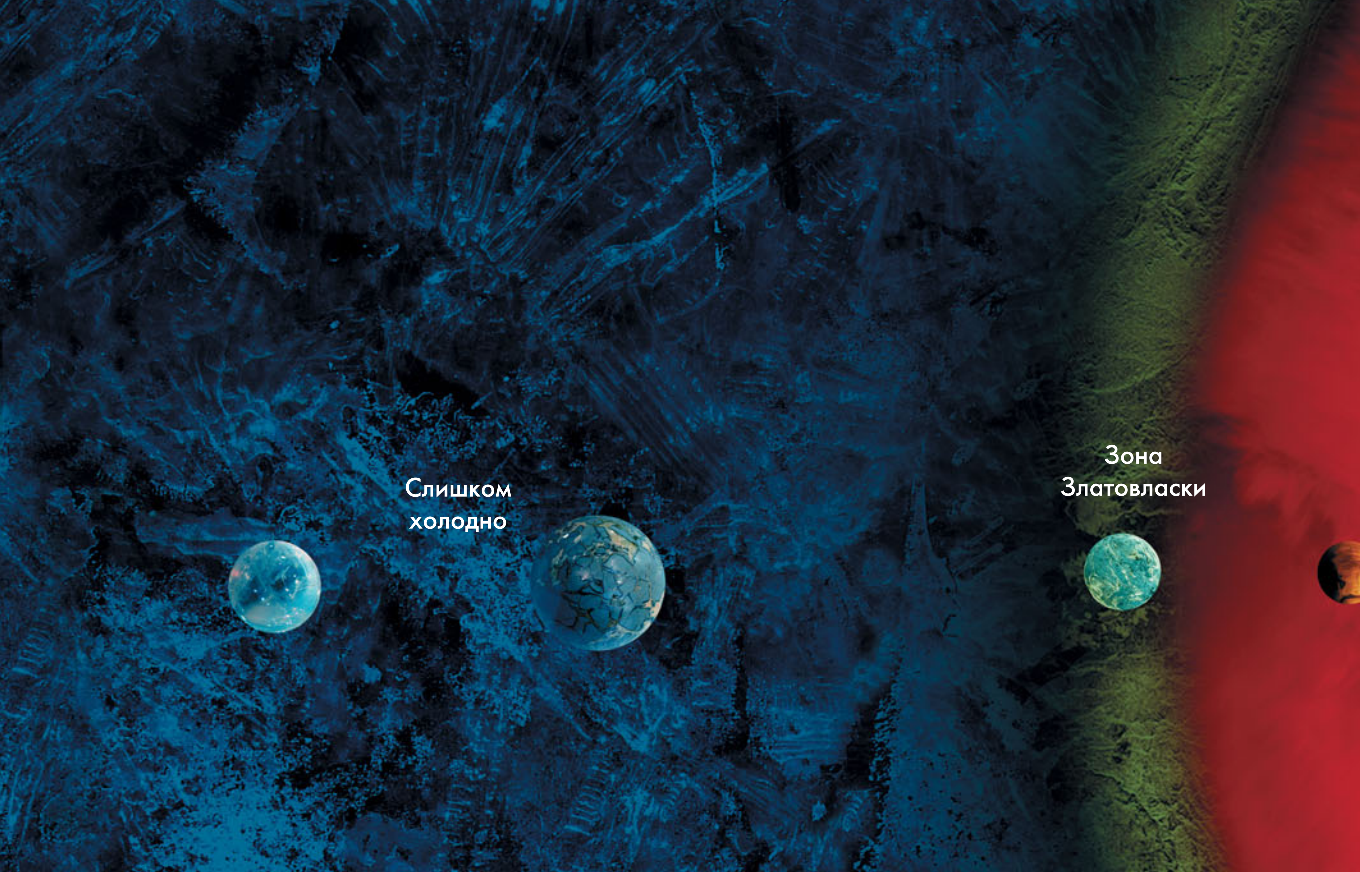


В поисках Златовласки

Как нам известно, жизнь зависит от воды. Не стоит, конечно, заострять внимание только на форме жизни, подобной нашей, однако экзобиологи (ученые, занимающиеся поисками внеземной жизни) считают воду необходимым фактором, поэтому большая часть их усилий идет на то, чтобы обнаружить на небесах хоть малейший намек на ее присутствие. Воду обнаружить гораздо легче, чем саму жизнь. Наличие воды вовсе не значит, что на планете есть жизнь, но показывает: мы движемся в верном направлении.

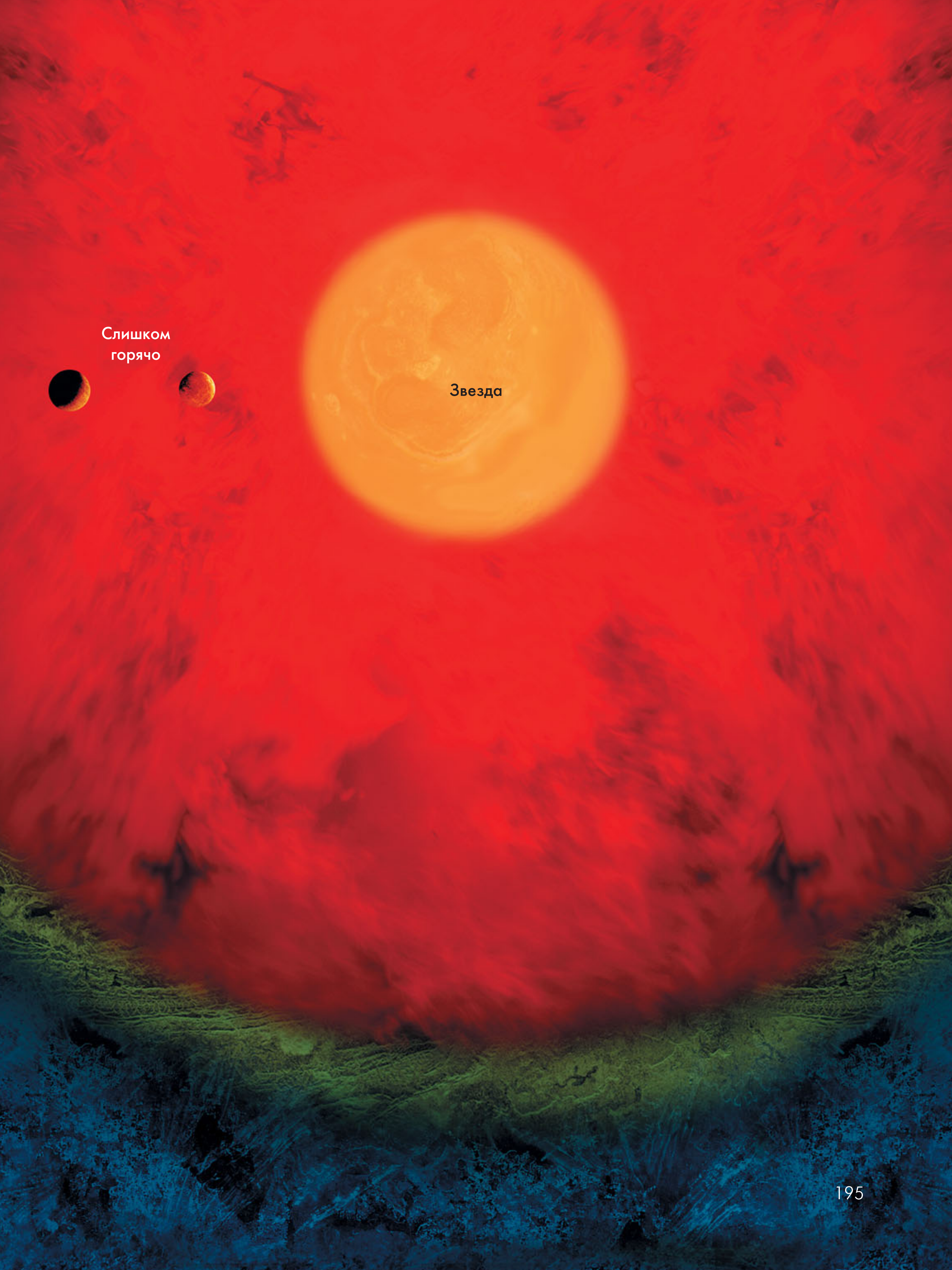


Для жизни в той форме, которая нам известна, хотя бы часть воды должна быть жидкой. Лед и пар не подходят. Подробные исследования Марса показывают присутствие жидкой воды, во всяком случае в прошлом. Один из спутников Юпитера — Европа — покрыт льдом, и некоторые небезосновательно предполагают, что подо льдом находится океан жидкой воды. Когда-то все думали, что Марс — лучший кандидат на обитель внеземной формы жизни в Солнечной системе, и знаменитый астроном Персиваль Лоуэлл связал с этим увиденные им каналы, которыми испещрена поверхность планеты. На нынешний момент спутники сделали множество детальных фотографий Марса и даже приземлялись на его поверхность, и каналы оказались плодом воображения Лоуэлла. Теперь Марс уступил место главного объекта спекуляций на тему внеземной формы жизни в Солнечной системе Европе, нужно искать дальше. Исследования показывают: вода на внесолнечных планетах — не такое уж и редкое явление.



А температура? Насколько аккуратно она должна быть отрегулирована по всей планете, чтобы там возникла жизнь? Ученые говорят о так называемой зоне Златовласки — зоне, в которой температура "в самый раз" (как каша медвежонка) между двумя крайностями, где либо слишком горячо (как каша папы-медведя), либо слишком холодно (как каша мамы-медведицы). Орбита Земли — "в самый раз" для жизни: не слишком близко к Солнцу, иначе вода испарилась бы, но и не слишком далеко от него, в противном случае вода бы замерзла, а солнечного света было бы недостаточно для существования растений. Несмотря на то что планет миллиарды миллиардов, таких, где "в самый раз" — то есть благоприятная температура и подходящее расстояние до звезды — меньшинство.

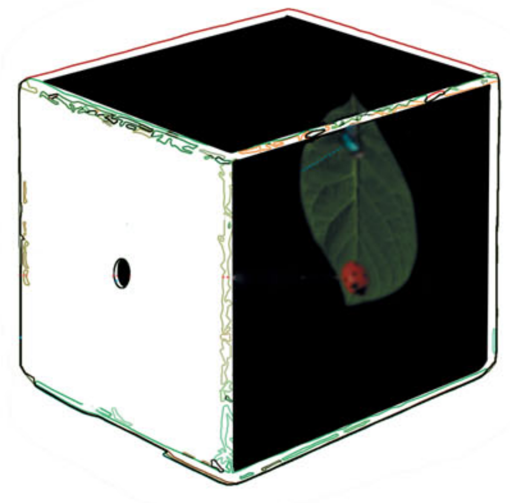
Недавно (в мае 2011 года) была обнаружена планета в зоне Златовласки. Ее назвали Глизе 581, и она находится от нас в 20 световых годах, что не так далеко в звездных масштабах, но по человеческим меркам — расстояние колоссальное. Звезда — красный карлик, но гораздо меньше Солнца, и зона Златовласки в системе расположена относительно близко к центру. В системе как минимум шесть планет, их назвали Глизе 581e,b,c, g,d и f. Несколько планет — твердые, как Земля, а одна из них, Глизе 581d, предположительно находится в зоне Златовласки, и на ней есть жидкая вода. Вернее, точно неизвестно, есть на ней вода или нет, но если есть, то она скорее жидкая, нежели газообразная или в виде льда. Никто не утверждает, что на Глизе 581d есть жизнь, но то, как быстро ее обнаружили с момента начала поисков, наводит на мысль, что таких планет в зоне Златовласки может быть очень много.


Слишком
горячо
Звезда

Какого размера должна быть планета? Существует ли “размер Златовласки” — не слишком большой, не слишком маленький, а “в самый раз”? Размер планеты, точнее ее масса, очень сильно влияет на жизнь за счет гравитации. Масса планеты того же диаметра, что и Земля, но состоящей из чистого золота, будет больше земной в три раза. Сила притяжения на такой планете окажется в три раза сильнее, чем та, к которой мы привыкли. Все будет весить в три раза больше, в том числе и живые организмы. Сделать шаг окажется не таким простым делом. Животное размером с мышь должно будет иметь толстые кости, чтобы поддерживать тело, а выглядеть будет как маленький носорог, тогда как животное размером с носорога задохнется под своим весом. Золото тяжелее железа, никеля и других веществ, из которых состоит Земля, тогда как уголь — легче. Планета размером с Землю, но состоящая в основном из угля, обладает в пять раз меньшей гравитацией, чем наша. Носорог на ней смог бы передвигаться на длинных и тонких паучьих ногах. Без проблем могли бы возникнуть существа намного больше самых крупных динозавров при выполнении всех прочих необходимых условий. На Луне сила притяжения в шесть раз меньше земной. Поэтому астронавты на Луне передвигались странной прыгающей походкой, что выглядело довольно забавно в сочетании с громоздкими скафандрами. Животные на планете с такой слабой гравитацией были бы устроены совсем по-другому — благодаря естественному отбору.

Если бы сила притяжения была слишком велика, как, например, на нейтронной звезде, то жизнь не смогла бы возникнуть. Нейтронная звезда фактически схлопывается. Как мы узнали из 4-й главы, вещество состоит в основном из пустоты. Расстояние между ядрами атомов гораздо больше самих ядер. В нейтронной звезде пустоты почти нет, поэтому она и схлопывается. Нейтронная звезда с массой, равной массе Солнца, может оказаться размером с небольшой город, и сила притяжения на ней огромна. Если тебя высадить на нейтронную звезду, твой вес окажется в сотни миллиардов раз больше, чем на Земле. Тебя расплющит. Ты не сможешь и пальцем пошевелить. Если планета обладает даже малой долей гравитации нейтронной звезды, то она уже не попадает в зону Златовласки и жизнь на ней невозможна не только в том виде, в каком мы ее знаем, но и вообще в каком-либо виде.




У тебя перед глазами

На кого похожи существа с других планет? Судя по всему, авторы научной фантастики ленятся придумывать что-то новое и делают их похожими на людей, изменив детали — голова побольше, пара дополнительных глаз или, на худой конец, крылья. Для негуманоидов в качестве прототипа берутся знакомые нам пауки, осьминоги или грибы. Возможно, это не от лени, а от недостатка воображения. Если инопланетяне существуют (а я думаю, они существуют), то весьма вероятно, что у них есть знакомые нам черты. Зачастую выдуманные пришельцы — монстры с глазами как у насекомых, так что в качестве примера я возьму глаз. А мог бы взять ноги, крылья или уши (или порассуждать, почему у животных нет колес!). Но я займусь глазами и постараюсь показать, что не только лень создает инопланетян с глазами.

Глаза — удобная штука. Свет распространяется по прямой. Где бы свет ни был доступен, например недалеко от звезды, его лучи удобно использовать для нахождения и распознавания предметов. Любая обитаемая планета должна быть поблизости от звезды, потому что именно звезда является очевидным источником энергии для всех форм жизни. Так что велика вероятность того, что мы встретим свет везде, где есть жизнь, а где свет, там и глаза, потому что они действительно нужны. Вот и на нашей планете в ходе эволюции глаза десятки раз возникали независимыми путями.

Способов создать глаз — огромное множество, и практически каждый из них был опробован в ходе эволюции животного мира. На рисунке слева сверху — глаз-камера. Это затемненное пространство с маленькой дырочкой, через которую проходит свет, а линза фокусирует перевернутое изображение на задней стенке — “сетчатке”. Хотя линза и необязательна. Простое отверстие, достаточно маленькое, выполнит ее функцию, но в таком случае через него проникнет слишком мало света, и картинка станет тусклой. Она улучшится, если планета получает от своей звезды больше света, чем Земля от Солнца. Такое возможно, и тогда у инопланетян могут быть глаза-дырочки. Человече-

ские глаза (на предыдущей странице, сверху справа) снабжены линзой, чтобы увеличивать количество света, сфокусированного на сетчатке. Сетчатка на задней стенке выстлана светочувствительными клетками, соединенными через нервы с мозгом. Такого типа глаза у всех позвоночных, а глаз-камера независимо развился у многих других видов, в том числе у осьминогов. И конечно же в воображении изобретателей.

Прыгающие пауки (слева внизу) обладают странным типом сканирующих глаз, похожих на глаза-камеры, только сетчатка там является не широкой поверхностью, выстланной светочувствительными клетками, а узкой. Полоска приводится в движение мышцей и "сканирует" все, что находится перед пауком. Телевизионная камера работает примерно по тому же принципу — посылает картинку в один канал. Она сканирует изображение полосами сверху вниз и по диагонали, но делает это так быстро, что мы видим единую картину. Глаза у прыгающих пауков сканируют не так быстро и ловят скорее "интересные" детали, например мух, но принцип остается тем же.

Существует также фасеточный глаз (внизу справа) — у насекомых, раков и других групп животных. Фасеточный глаз состоит из сотен трубочек, выходящих полусферой из единого центра, и все они направлены немного в разные стороны. На конце каждой трубочки — линза, и каждая такая конструкция по сути — отдельный глаз. Однако линза не создает нормальной картинки — она просто концентрирует свет в трубочке. Но все трубочки смотрят в разном направлении, и мозг собирает с них информацию и воссоздает общее изображение, пусть грубое, но достаточное, чтобы, например, стрекозы ловили добычу в полете.

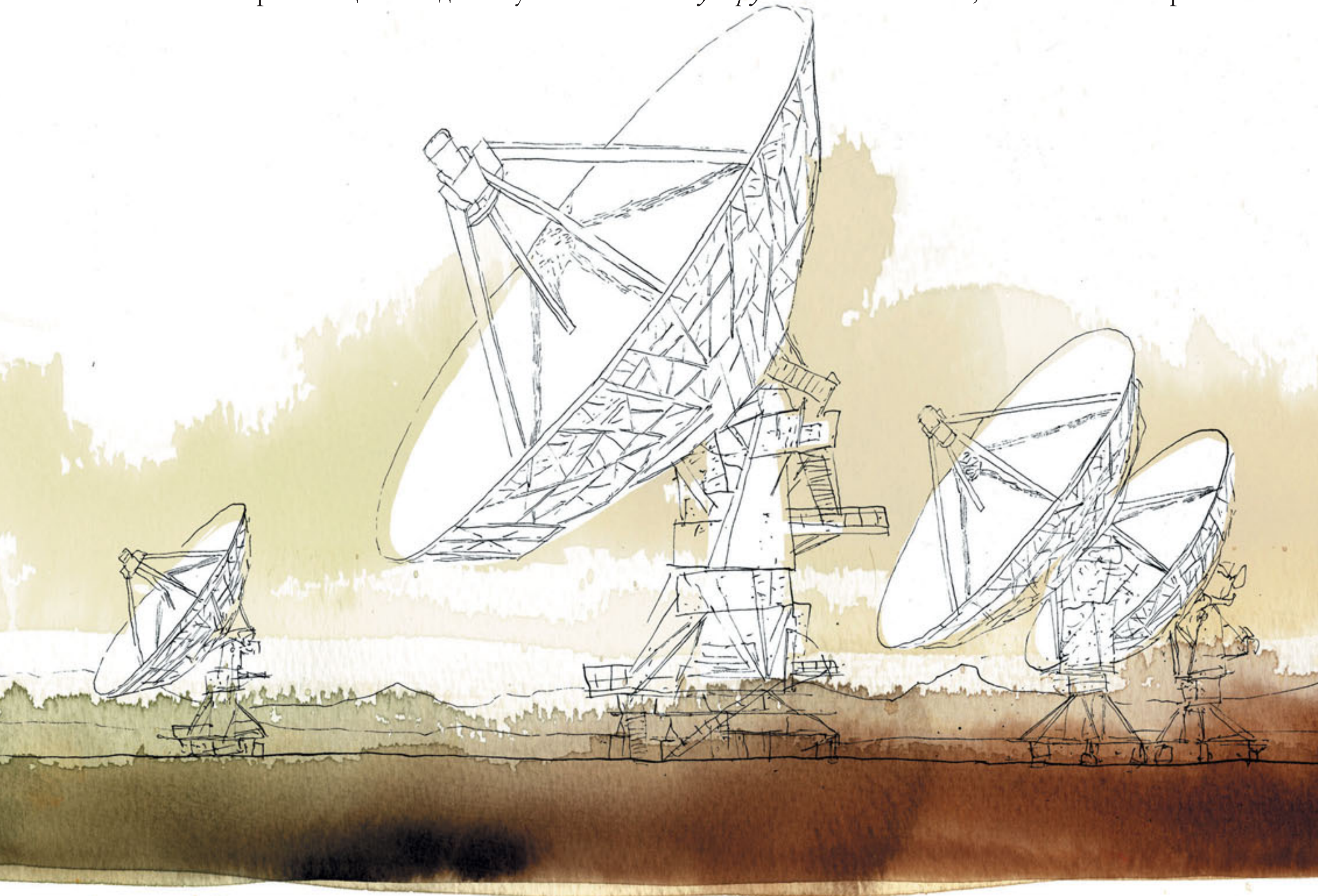


Гигантские телескопы используют вместо линз изогнутые зеркала, и этот принцип тоже нашел себе применение в еще одном типе глаз, как, например, у морских гребешков. Глаз морского гребешка использует кривое зеркало, чтобы сфокусировать изображение на сетчатке напротив. Свет на нее безусловно попадает, потому что большая его часть передается зеркалом, как в отражающем телескопе.

Я перечислил почти все возможные виды глаз, которые известны ученым, и каждый эволюционировал у животных на нашей планете, причем некоторые — по несколько раз. Можно поспорить, что когда мы увидим инопланетян, строение их глаз будет нам знакомо.

Давайте еще немного напряжем воображение. На родной планете наших гипотетических пришельцев звезда испускает волны — от радио- до рентгеновских. Так зачем им себя ограничивать до узкого диапазона частот, который мы называем светом? Может, у них есть радиоглаза? Или глаза, чувствительные к рентгеновским лучам?

Для хорошей картинки необходимо высокое *разрешение*. Что это значит? Чем выше разрешение, тем ближе могут быть две точки, отличные друг от друга. Неудивительно, что длинные волны не могут создать нормальное разрешение. Длина волны видимого света измеряется мельчайшими долями миллиметра и дают прекрасное разрешение, тогда как длины волн в радиодиапазоне порядка метра или десятка метров. Так что с помощью радиоволн вряд ли получится создать нормальную картинку, хоть они прекрасно подходят для общения, потому что легко *модулируются*. Это значит, что их можно пре-



дельно быстро изменить определенным образом. Насколько известно, ни у одного живого существа на нашей планете в процессе эволюции не появилось системы, передающей, модулирующей или принимающей радиоволны. Возможно, жители других планет развили естественную способность передачи радиосообщений.

А как же волны короче световых, например рентгеновское излучение? Рентгеновское излучение сложно сфокусировать, поэтому снимки костей немного размыты, но существует такая вероятность, что некоторые формы жизни на других планетах могут видеть рентгеновские лучи.

Зрение любого типа зависит от лучей, перемещающихся по прямой или хотя бы предсказуемой траектории. Плохо, когда они рассеиваются, как свет в тумане. Вряд ли на планете, погруженной в постоянный туман, появятся глаза. Вместо этого там может зародиться система эхолокации, как у летучих мышей, дельфинов и подводных лодок. Речные дельфины прекрасно пользуются сонаром, потому что живут в мутных водах, что для воды — эквивалент тумана. Эволюция породила сонар как минимум четыре раза — у летучих мышей, китов и независимо у двух разных видов доисторических птиц. Неудивительно, если у некоторых инопланетных существ разовьется сонар, тем более если они постоянно блуждают в тумане.



Если бы животные с других планет развили органы, позволяющие общаться с помощью радиоволн, то они могли бы заодно обзавестись настоящими радарами, а радары полезны в тумане. На нашей планете есть рыбы, у которых развилась способность ориентироваться по помехам в электрическом поле, создаваемом ими самими. Такое приспособление возникло дважды абсолютно независимыми путями — у группы африканских рыб и у отдельно взятого вида южноамериканских рыб. У утконосов на клюве есть восприимчивые к электричеству органы чувств, реагирующие на небольшие сигналы, возникающие в процессе мышечной активности их добычи. Так что легко представить инопланетную форму жизни, развившую чувствительность к электричеству в том же направлении, что рыбы или утконос, но на более высоком уровне.

Эта глава немного отличается от всех остальных, потому что касается скорее того, чего мы не знаем, нежели вещей уже известных. Хоть мы до сих пор и не обнаружили признаков жизни на других планетах (возможно, никогда и не обнаружим), я надеюсь, что тебя вдохновило то, сколько наука способна рассказать нам о Вселенной. Поиск других форм жизни основан не на случае и не на пустых догадках: наши знания физики, химии и биологии помогают нам получать значимую информацию от далеких звезд и планет, на которых с некоторой вероятностью есть жизнь. Многое остается для нас загадкой, и вряд ли мы когда-нибудь откроем все тайны такой огромной Вселенной, как наша. Однако, вооружившись наукой, мы сможем хотя бы задавать нужные, осмысленные вопросы и понимать, когда находим верный ответ. Не надо придумывать невероятные истории — радость и восторг научного исследования и открытий помогают нашему воображению развиваться в нужном направлении. И все это увлекает гораздо больше, чем просто вымысел.



10 ЧТО ТАКОЕ ЗЕМЛЕТР

Представь, что ты спокойно сидишь в своей комнате, читаешь, смотришь телевизор или погрузился в компьютерную игру. Как вдруг раздается чудовищный рокочущий звук, и вся комната начинает трястись. Люстра качается из стороны в сторону, предметы падают с полок, мебель скачет из угла в угол, а кресло из-под тебя опрокинулось. Примерно через две минуты все прекращается и устанавливается мертвая тишина, прерываемая только плачем испуганного ребенка или собачьим лаем. Ты берешь себя в руки и понимаешь, как тебе повезло, что твой дом не обрушился. А мог бы и обрушиться, будь землетрясение посильнее.

Когда я только начал писать эту книгу, остров Гаити в Карибском бассейне подвергся чудовищному землетрясению, и его столица Порт-о-Пренс была практически уничтожена. 230 тысяч человек погибли, и много еще людей, в том числе и осиротевших детей, до сих пор живут на улицах или во временных лагерях.

Позже, когда я уже редактировал книгу, еще более сильное землетрясение произошло на дне моря недалеко от северо-восточного побережья Японии. Оно породило гигантскую волну — цунами, которая нанесла колоссальные разрушения, уничтожила целые города, убила тысячи людей и оставила миллионы без крова, а также спровоцировала опасные взрывы



на атомной электростанции, и без того поврежденной землетрясением.

Землетрясения и вызываемые ими цунами не так редки в Японии (слово "цунами" — японское), но за последние несколько поколений подобное произошло впервые. Премьер-министр Японии оценил это событие как худшее, что произошло со страной со времен Второй мировой войны, когда ядерные бомбы стерли с лица земли два города — Хиросиму и Нагасаки. На самом деле землетрясениям подвержена значительная часть Тихого океана: в новозеландском городе Крайстчерч примерно за месяц до японских событий в результате землетрясения пострадали люди и обрушились здания. В так называемое *огненное кольцо* входят Калифорния и западные штаты, и в 1906 году в Сан-Франциско произошло знаменитое землетрясение. Лос-Анджелес тоже находится в зоне риска.

Что происходит во время землетрясения?

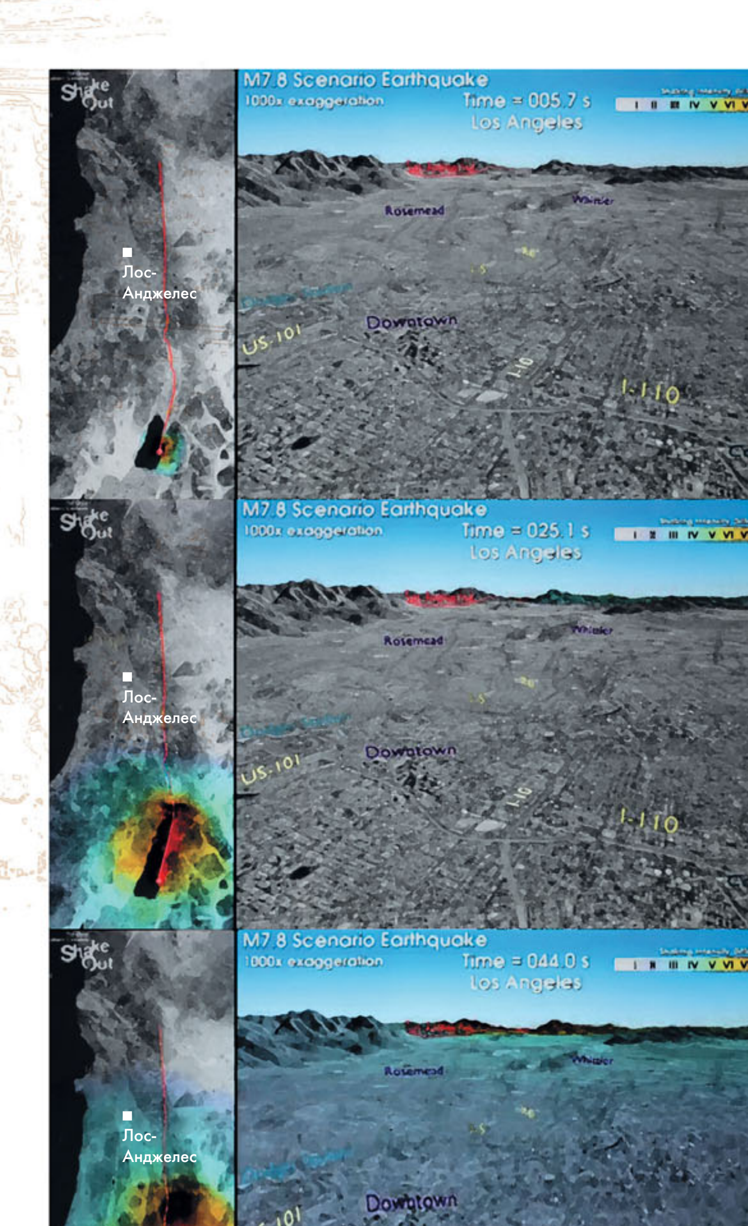
Чтобы представить, каким могло бы быть сильное землетрясение около Лос-Анджелеса, посмотрим на компьютерную модель. Она выдает своего рода предсказание, основываясь на научных данных, и в итоге мы получаем созданное компьютером видео того, чего нет на самом деле, но что могло бы произойти когда-нибудь.

Картинки на этом развороте — две последовательности стоп-кадров из модели. На узкой полосе слева местность показана сверху, как на карте, и на ней отмечен Лос-Анджелес. Красные и зеленые пятна снизу на двух первых картинках — место начала землетрясения. Оно называется эпицентром землетрясения. Тонкая красная линия, извивающаяся снизу вверх, — разлом Сан-Андреас, о котором я скоро расскажу подробнее. Пока представь его как глубокую трещину в земле, слабое место земной поверхности.

Картинки пошире (справа) — уже не карта, а вид с самолета со стороны Лос-Анджелеса на юго-восток, где находятся горы и эпицентр землетрясения (тоже помечен красным).

Если запустить модель на компьютере, то перед нашими глазами разворачиваются кошмарные события. На карте красный центр землетрясения прорывается на север по разлому Сан-Андреас, а перед ним идут волны синего, зеленого и желтого цвета, показывая толчки разной силы, и они расходятся в две стороны. Примерно через 80 секунд красное пятно достигает широты Лос-Анджелеса, а желтая и зеленая волны уже проходят через город. Через 10 секунд красная область добирается до центра города. В этот момент стоит посмотреть на правую часть изображения, показывающую, что происходит с местностью, и это захватывающее зрелище. Поверхность земли ведет себя как жидкость и похожа на море с волнами. По твердой сухой земле идут волны, как на море! Вот что такое землетрясение.

Если бы ты был на земле, то не увидел бы волн, настолько ты маленький по сравнению с ними. Ты бы почувствовал, что земля трясется у тебя под ногами, как я описывал в начале главы. При сильных колебаниях твой дом мог бы обрушиться.

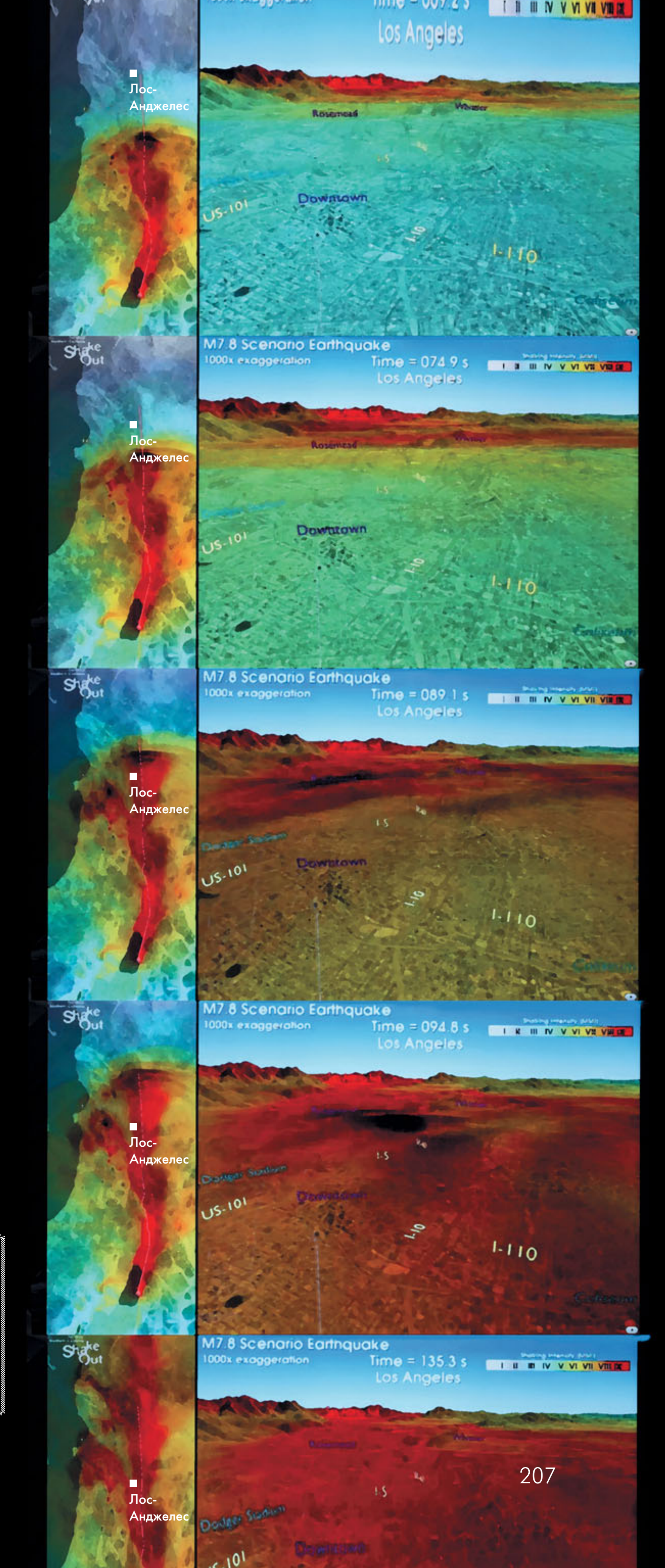


Цвета на модели — так называемые *ложные цвета*, просто компьютер их использует, чтобы обозначить силу землетрясения в разных местах. Синий — легкие толчки, красный — сильные толчки, зеленый и желтый — промежуточные. Цвета помогают представить волны, проходящие через земную поверхность, и увидеть, как быстро они движутся. Красный центр землетрясения мчится по разлому Сан-Андреас со скоростью примерно 8 тысяч километров в час.

Как я уже говорил, это всего лишь компьютерная модель, а не реальные события. Компьютер увеличил силу сдвига, поэтому на видео все в тысячу раз хуже, чем на самом деле. Но и в реальности это было бы ужасно.

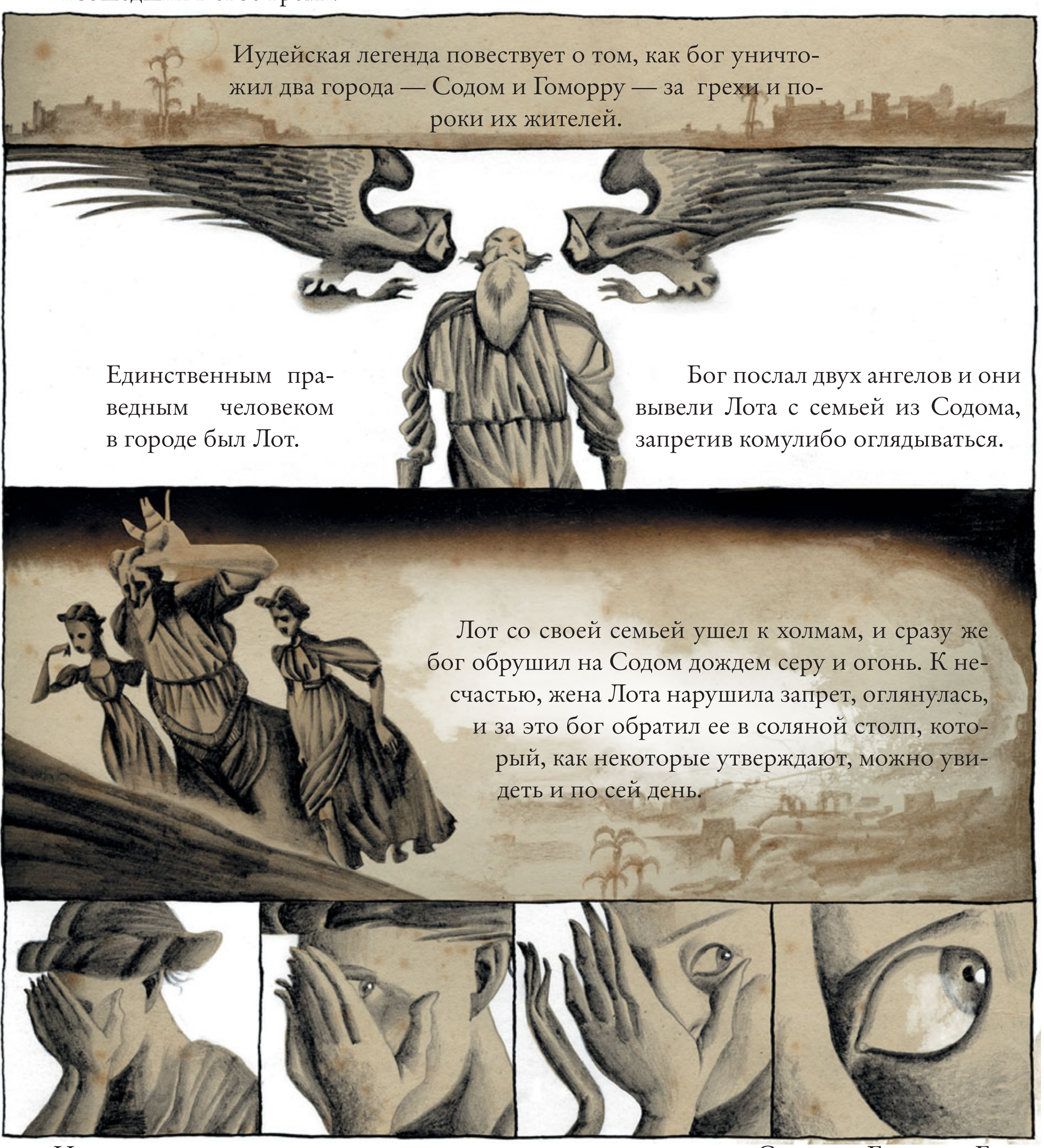
Чуть позже я объясню, что такое землетрясение и что такое разлом — и Сан-Андреас, и многие другие по всему миру. Но прежде обратимся к мифам.

Если у тебя есть интернет,
то посмотри видео здесь:
www.booksattransworld.co.uk/dawkins-earthquake



Мифы о землетрясениях

Начнем с пары мифов, основанных на конкретных землетрясениях, действительно произошедших в свое время.



Некоторые археологи заявляют, что найдены доказательства сильного землетрясения, случившегося примерно 4 тысячи лет назад в местности, где предположительно находились Содом и Гоморра. Если это так, то легенда об их уничтожении прекрасно вписывается в нашу подборку мифов о землетрясениях.

Еще один библейский миф, возможно основанный на конкретном землетрясении, — история разрушения Иерихона. Иерихон — один из старейших городов мира и находится в Израиле, к северу от Мертвого моря. Он страдал от землетрясений на протяжении всей своей истории и в 1927 году оказался в эпицентре сильнейшего из них, в результате которого погибли сотни людей в Иерусалиме, расположенном в 25 километрах от него.

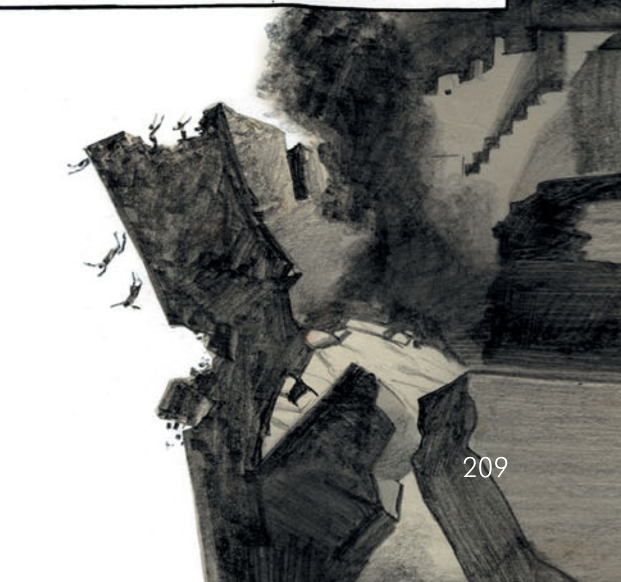
Древнеиудейская история повествует о великом герое по имени Иисус, пожелавшем покорить народ, живший в Иерихоне тысячи лет назад.

Жители города заперлись за неприступными стенами. Солдаты Иисуса не могли пробить стены, и тогда он приказал священникам дуть в трубы, а остальным кричать во весь голос.

Звук был таким громким, что стены затряслись и обрушились. Тогда в город ворвались солдаты Иисуса и всех поубивали: мужчин, женщин и детей, не пощадили даже волов, овец и ослов.

Остальное они сожгли, кроме серебра и золота, которые отдали своему богу, как им и было велено. Миф утверждает, что все было правильно: бог народа Иисуса хотел, чтобы его люди захватили землю, принадлежавшую жителям Иерихона.

Иерихон до сих пор находится в сейсмоопасной зоне, и сейчас многие считают, что легенда об Иисусе и Иерихоне описывает землетрясение, разрушившее стены города. Можешь себе представить, как легенда о такой катастрофе обрастала преувеличенными подробностями и дополнялась по мере того, как передавалась из поколения в поколение людьми, не умевшими ни читать, ни писать, пока не превратилась в легенду о великом герое Иисусе, трубах и стенах.



В основу двух мифов, которые я только что рассказал, легли случившиеся в действительности землетрясения. Существует и множество других мифов по всему миру, возникших, когда люди пытались понять, что же это такое — землетрясение.

Согласно одному из них, земля плавает на спине гигантского сома Намацу. Когда он всплескивает хвостом, земля содрогается.

Другой миф появился за тысячи километров на юг — у маори из Новой Зеландии, прибывших туда на каноэ задолго до европейских моряков. Маори верили, что мать-



земля была беременна сыном, богом Ру. Каждый раз, когда крошка Ру пинался или толкался в материнской утробе, происходило землетрясение.





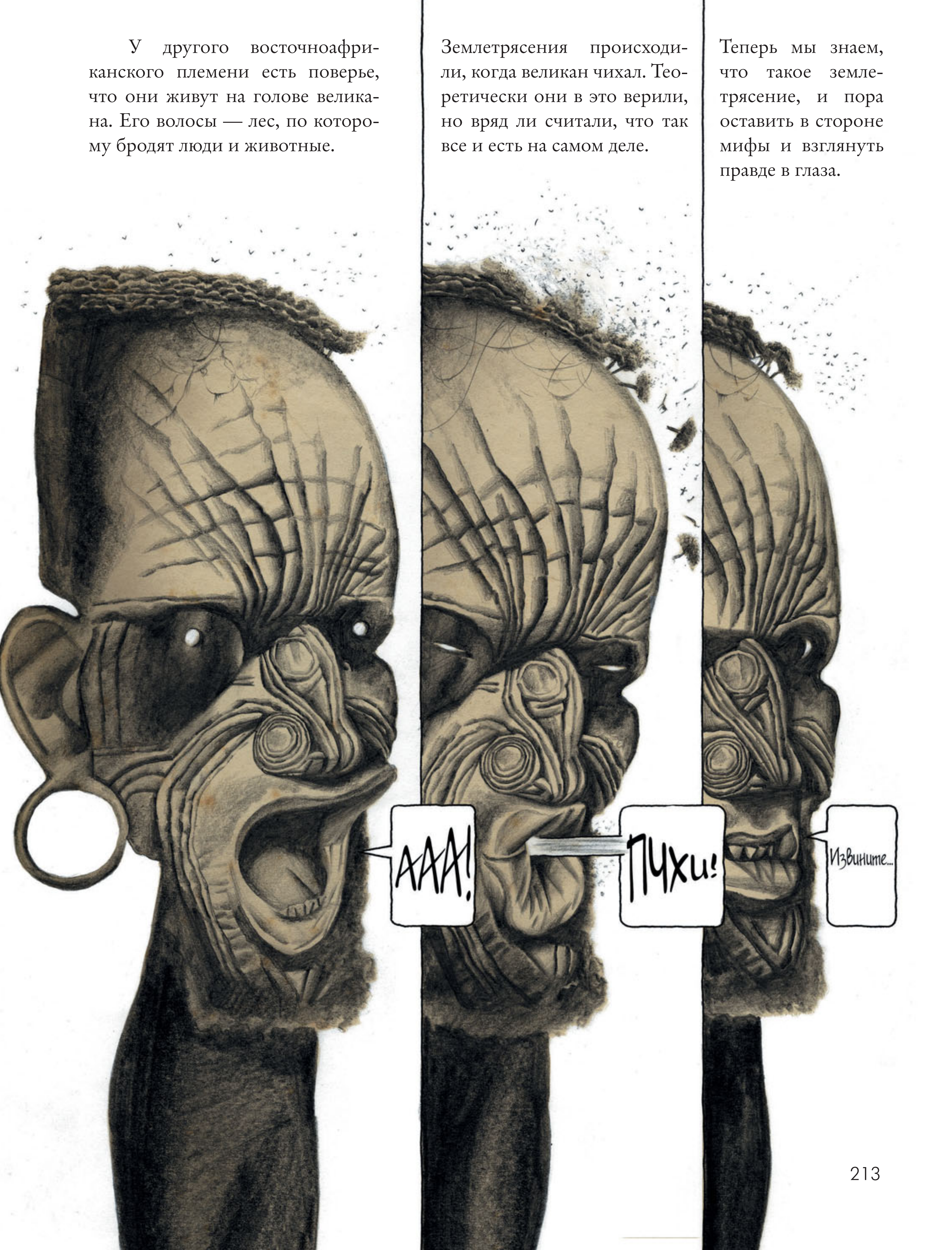
На дальнем севере, в Сибири, у некоторых племен существовала легенда о том, что Земля лежит на собачьей упряжке, которой управляет бог по имени Талл. У несчастных псов много блох, и когда они чешутся, происходит землетрясение.

По одной восточноафриканской легенде, Земля — диск, с одной стороны опирающийся на гору, а с другой — на огромного гиганта, чья жена держит небо. Когда гигант обнимает свою жену, то, само собой, Земля трясется.

У другого восточноафриканского племени есть поверье, что они живут на голове великана. Его волосы — лес, по которому бродят люди и животные.

Землетрясения происходили, когда великан чихал. Теоретически они в это верили, но вряд ли считали, что так все и есть на самом деле.

Теперь мы знаем, что такое землетрясение, и пора оставить в стороне мифы и взглянуть правде в глаза.

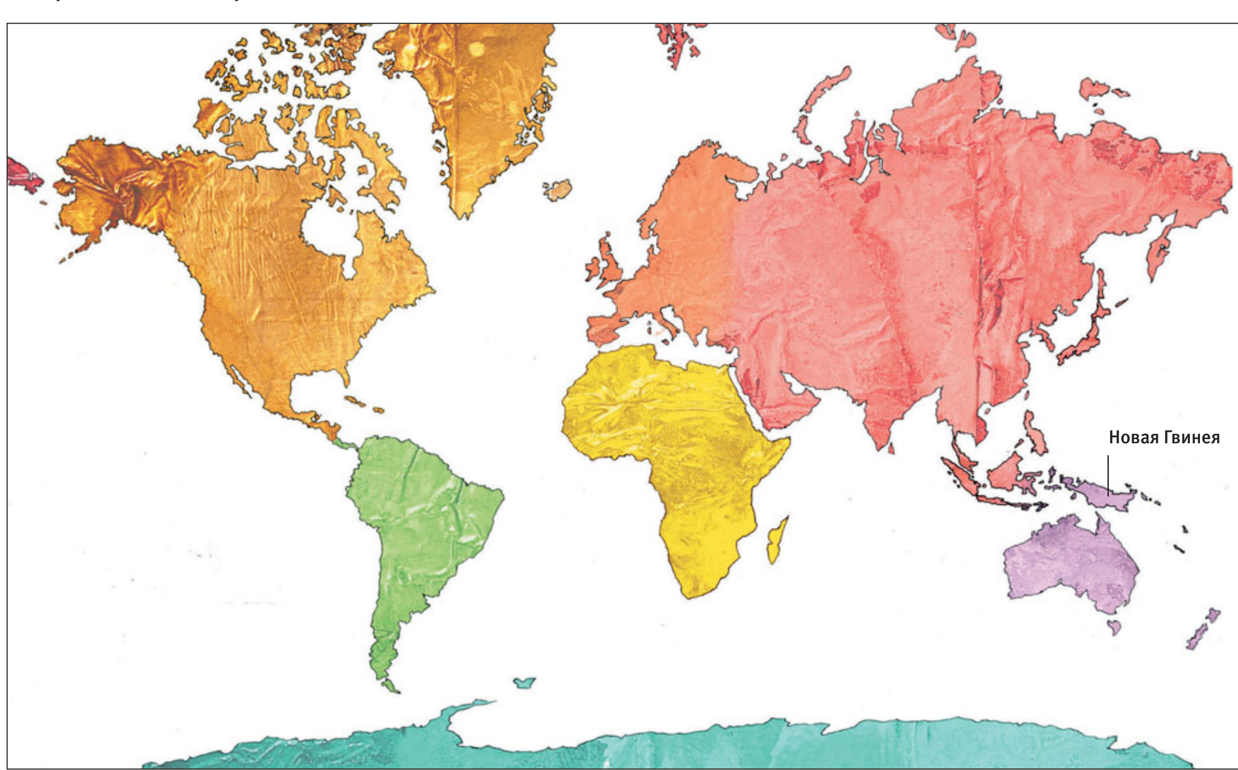




Для начала обратимся к занимательной истории движения тектонических плит.

Все знают, как выглядит карта мира. Нам знакомы очертания Африки и Южной Америки, и нам известно, что их разделяет широкий Атлантический океан. Австралию по форме определит любой, добавив, что Новая Зеландия находится на юго-восток от нее. Ни для кого не секрет, что Италия похожа на сапог, готовый "наподдать" Сицилии, а Новая Гвинея напоминает силуэт птицы. Мы без труда различим Европу, хоть границы внутри нее постоянно меняются. Империи приходят и уходят, границы государств сдвигаются то в одну, то в другую сторону. Однако форма континентов неизменна. Неизменна ли? На самом деле нет, и это очень важно. Они движутся, хоть и очень медленно, а вместе с ними меняется положение гор — Альп, Гималаев, Скалистых гор. Некоторые значительные географические изменения отмечены на страницах человеческой истории. Но для Земли наша история — ничто. Письменной истории при-

Современный мир ▼



мерно 5 тысяч лет. Миллион лет назад (это в 200 раз раньше любого исторического источника) континенты имели примерно те же очертания, что и сейчас, во всяком случае, изменений на первый взгляд нет. Но что мы увидели бы 100 миллионов лет назад?

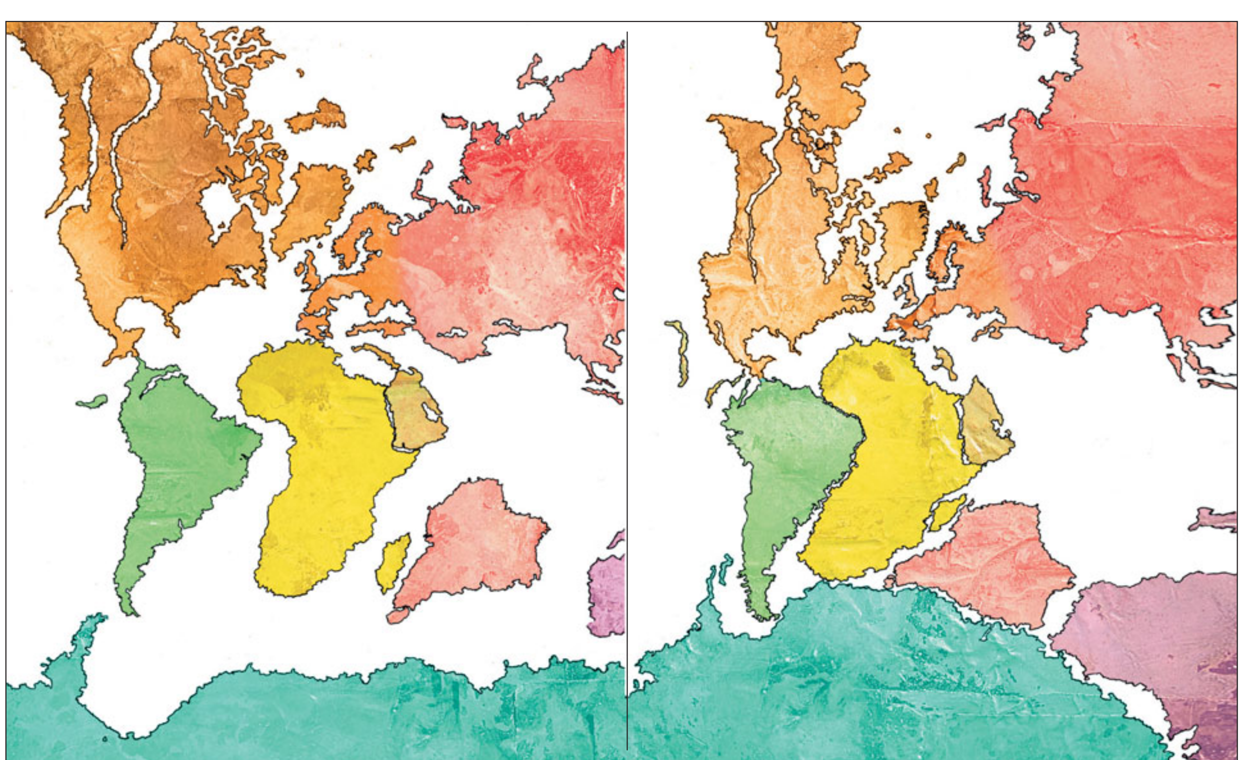
Посмотри на карту внизу страницы! Южная часть Атлантического океана по сравнению с современной — узкий канал, и кажется, можно вплавь добраться из Африки в Южную Америку. Северная Европа расположена практически вплотную к Гренландии, которая, в свою очередь, почти касается Канады. Посмотри, где Индия: она вообще отделена от Азии, примыкает к Мадагаскару и немного наклонена в его сторону. Африка тоже чуть накренилась, если сравнивать с ее современным, более вертикальным положением.

При взгляде на современную географическую карту тебе наверняка приходила в голову мысль о том, что восточная часть Южной Америки подозрительно повторяет контуры западного побережья Африки — они как будто просят, чтобы их приложили друг к другу, как куски головоломки. Оказывается, если углубиться еще немного назад (на 50 миллионов лет, но даже они — небольшой отрезок на шкале геологического времени), мы обнаружим, что они действительно соединены. На карте внизу справа показано, как выглядели южные континенты 150 миллионов лет назад.

Африка и Южная Америка примыкали вплотную не только друг к другу, но и к Мадагаскару, Индии и Антарктике, а помимо этого, через Антарктику — к Австралии и Новой Зеландии, но их на рисунке не видно. Все они были единым целым и получили название Гондвана (не тогда, конечно, вряд ли динозавры придумали бы такое имя, континент окрестили в наше время). Позже Гондвана разделилась, порождая один континент за другим.

Звучит как небылицы какие-то, правда? То есть странновато, что такая массивная вещь, как целый континент, может преодолевать тысячи километров, тем не менее мы знаем: это произошло, и даже знаем, как это произошло.

100 миллионов лет назад ▼ **150 миллионов лет назад ▼**





Как движется Земля

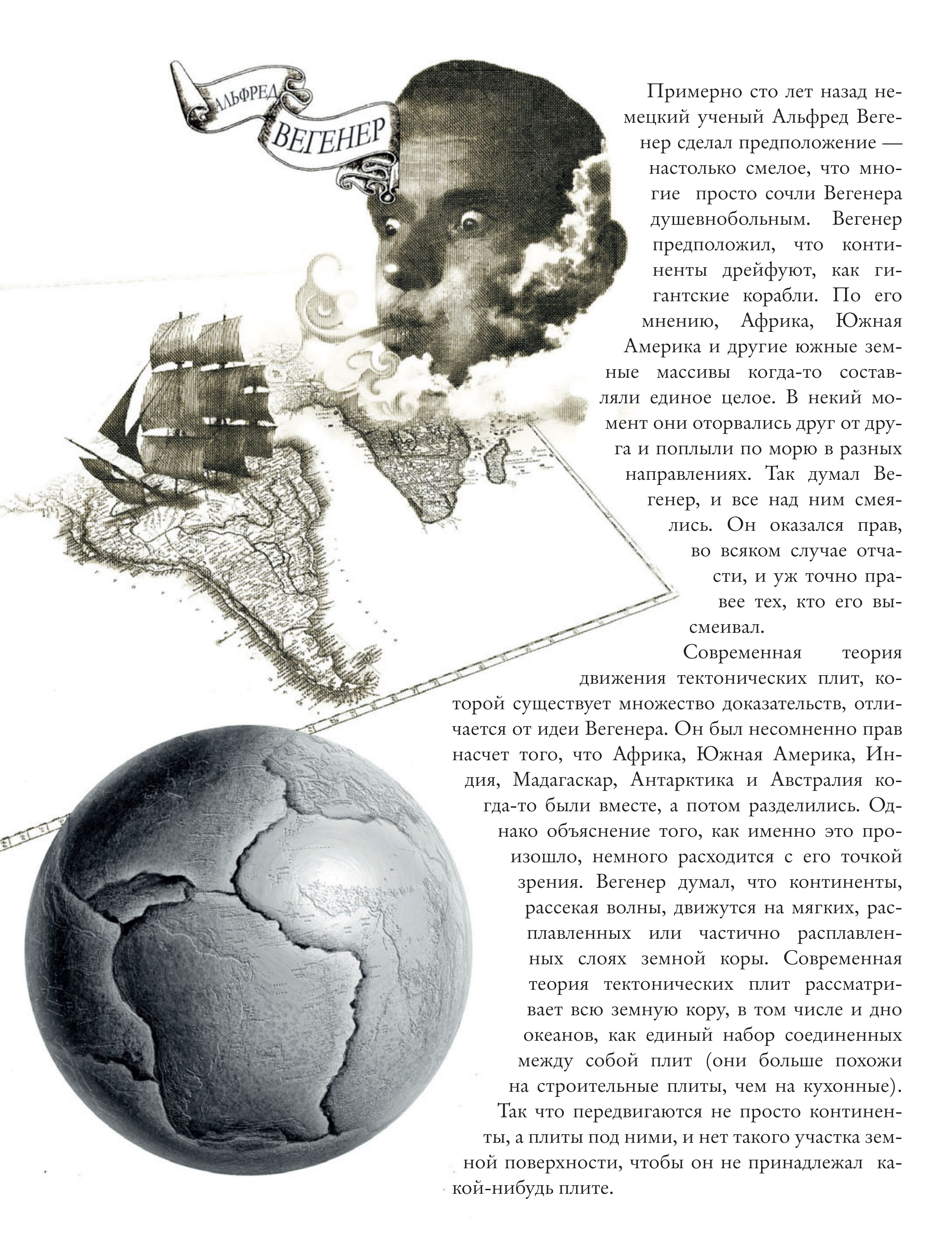
Также мы знаем, что континенты не только отдаляются друг от друга, иногда они еще и сталкиваются, и тогда вверх вздымаются горные цепи. Так образовались Гималаи, когда Индия врезалась в Азию. Хотя, как мы вскоре увидим, произошло все не совсем так. С Азией столкнулась гораздо более массивная вещь — *плита*, на которой находилась Индия. Все континенты сидят на таких плитах. Мы к ним еще вернемся, но прежде задержимся на “столкновениях” и движении континентов.

При слове “столкновение” ты, наверное, представляешь, как один внезапно врезается в другой, как, например, во время автомобильной аварии. Нас самом деле все было (и есть) иначе. Континенты перемещаются невообразимо медленно. Кто-то даже сказал, что с той же скоростью растут ногти. Если ты уставишься на свои ногти, то не увидишь, как они растут. Зато через некоторое время тебе придется их стричь — настолько они удлинятся. Точно так же Южная Америка незаметно удаляется от Африки. Подожди еще 50 миллионов лет и увидишь, что расстояние между континентами заметно увеличилось.

“Скорость роста ногтей” — средняя скорость движения континентов. Но если ногти растут с постоянной скоростью, то континенты движутся толчками: толчок, пауза в сто лет, пока накопится давление для следующего движения, потом опять толчок, и так далее.

Думаю, ты уже догадался, что такое землетрясения? Но когда их объяснили впервые? Это удивительная история, и сейчас я ее расскажу.

Многие в прошлом обращали внимание на то, как Южная Америка и Африка похожи на соседние детали головоломки, но не знали, что из этого следует.



Примерно сто лет назад немецкий ученый Альфред Вегенер сделал предположение — настолько смелое, что многие просто сочли Вегенера душевнобольным. Вегенер предположил, что континенты дрейфуют, как гигантские корабли. По его мнению, Африка, Южная Америка и другие южные земные массивы когда-то составляли единое целое. В некий момент они оторвались друг от друга и поплыли по морю в разных направлениях. Так думал Вегенер, и все над ним смеялись. Он оказался прав, во всяком случае отчасти, и уж точно правее тех, кто его высмеивал.

Современная теория движения тектонических плит, которой существует множество доказательств, отличается от идеи Вегенера. Он был несомненно прав насчет того, что Африка, Южная Америка, Индия, Мадагаскар, Антарктика и Австралия когда-то были вместе, а потом разделились. Однако объяснение того, как именно это произошло, немного расходится с его точкой зрения. Вегенер думал, что континенты, рассекая волны, движутся на мягких, расплавленных или частично расплавленных слоях земной коры. Современная теория тектонических плит рассматривает всю земную кору, в том числе и дно океанов, как единый набор соединенных между собой плит (они больше похожи на строительные плиты, чем на кухонные). Так что передвигаются не просто континенты, а плиты под ними, и нет такого участка земной поверхности, чтобы он не принадлежал какой-нибудь плите.

Основные тектонические плиты Земли



Большая часть всех плит лежит под водой. Континенты — это возвышенности на плитах, расположенные над поверхностью воды. Африка — всего лишь вершина гораздо более крупной Африканской плиты, занимающей половину южной части Атлантического океана. Вторая половина занята Южно-Американской плитой, над которой возвышается Южная Америка. Есть еще Австралийская и Индостанская плиты, Евразийская, на которой располагаются Европа и вся Азия, за исключением Индии, а также Северо-Американская, включающая в себя Гренландию, Северную Америку и половину северной части Атлантики. Существуют также плиты, на которых практически нет участков суши — например, огромная Тихоокеанская плита.


ЕВРАЗИЙСКАЯ ПЛИТА
АРАВИЙСКАЯ ПЛИТА
ИНДОСТАНСКАЯ ПЛИТА
ФИЛИППИНСКАЯ ПЛИТА
АФРИКАНСКАЯ ПЛИТА
АВСТРАЛИЙСКАЯ ПЛИТА

На картинке на этой странице видно, что граница между Южно-Американской плитой и Африканской пролегает посередине южной части Атлантического океана на расстоянии многих километров от континентов. Как ты помнишь, на дне моря — тоже плита, то есть твердая порода. Тогда как же Южная Америка и Африка прижимались друг к другу 150 миллионов лет назад? У Вегенера здесь вопросов не возникло — он был уверен в том, что континенты дрейфуют самостоятельно. Но если Южная Америка и Африка когда-то примыкали друг к другу, то как тектоника плит объяснит разделяющий их каменный массив на дне океана? Неужели подводные части плит каким-то образом выросли?





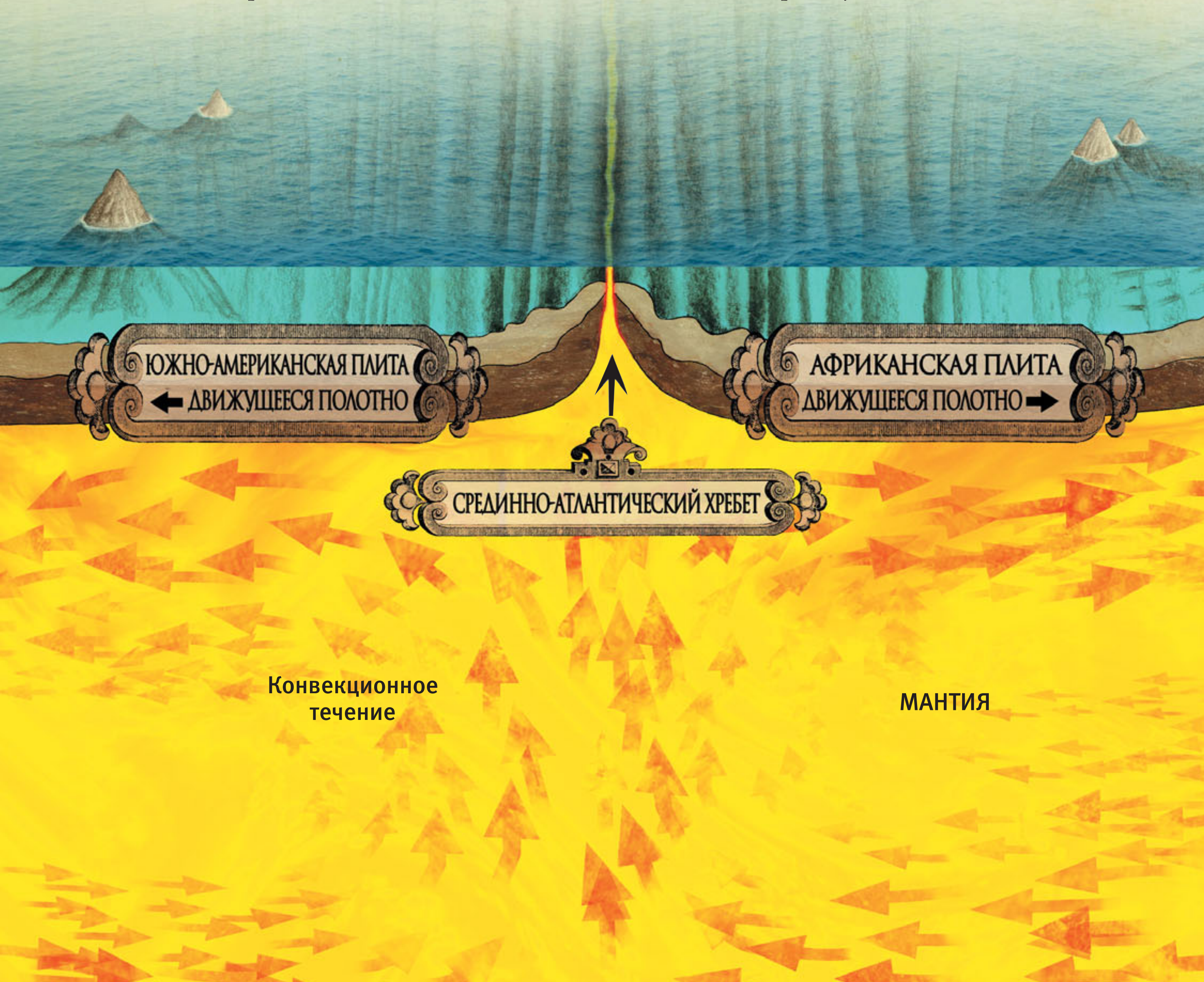
Спрединг морского дна

Да, выросли. За счет *спрединга* — "растяжения" морского дна. Возможно, тебе знакомы движущиеся дорожки в крупных аэропортах, сделанные, чтобы облегчить пассажирам с багажом перемещение от, скажем, входа в терминал к залу ожидания вылетов? Вместо того чтобы все время идти, люди ступают на движущееся полотно и доезжают до определенной точки, а от нее продолжают идти. Дорожки сделаны такой ширины, чтобы позволить двум людям стоять рядом. Теперь представь ленту шириной в тысячи километров, простирающуюся почти от Арктики до Антарктики. Ее скорость должна была бы превышать скорость ходьбы, но она не больше скорости роста ногтей. Правильно, ты догадался. Южная Америка вместе со всей своей плитой отдалилась от Африки и Африканской плиты на своего рода движущейся дорожке, находящейся на самом дне океана, и шириной она почти во всю Атлантику с севера на юг, при этом движется крайне медленно.

А что же с Африкой? Почему она не перемещается с той же скоростью и отделилась от Южно-Американской плиты?

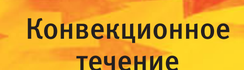
Разгадка в том, что Африка находится на другой движущейся дорожке, направленной в противоположную сторону. Африканская дорожка едет с запада на восток, а южноамериканская — с востока на запад. А что посередине? В следующий раз, когда попадешь в большой аэропорт, остановись перед движущимся полотном и понаблюдай за ним. Оно появляется из щели в полу и уезжает от тебя. Это своего рода ремень, движущийся по кругу: вперед по полу и назад под ним. Теперь представь, что из той же щели идет другой ремень — в противоположном направлении. Если поставить ноги на разные полосы, то очень скоро придется сесть на шпагат. Аналог щели в полу находится на дне Атлантического океана и пролегает почти от его края до края — с севера на юг. Это Срединно-Атлантический хребет.

Два "полотна" выходят из Срединно-Атлантического хребта и расползаются в противоположных направлениях: одно уносит Южную Америку на запад, а на другом Африка уплывает на восток. И, подобно дорожкам в аэропорту, гигантские полотна, перемещающие тектонические плиты, возвращаются назад через глубокие слои Земли.



Когда окажешься в аэропорту и встанешь на движущееся полотно, представь, что ты — Африка (или Южная Америка, как тебе угодно). Когда ты с него сойдешь, добравшись до конца, обрати внимание, как оно уходит в щель, чтобы вернуться туда, откуда ты приехал.

Такие дорожки в аэропортах приводятся в движение электромоторами. А что тогда заставляет перемещаться полотна с плитами и континентами на них? Глубоко под поверхностью Земли существуют так называемые конвекционные течения. Что это такое? Возможно, ты дома используешь электронагреватель. Давай разберемся, каким образом он согревает комнату. Он греет воздух. Горячий воздух поднимается вверх, потому что плотность у него меньше, чем у холодного (по этому принципу летает воздушный шар). Затем теплый воздух упирается в потолок и перемещается вбок, движимый новыми порциями нагретого воздуха. С течением времени он охлаждается и опускается вниз. Достигнув пола, он движется вбок, пока не доберется до нагревателя и снова не пойдет наверх. Объяснение, наверное, слишком простое, но из него нужно вычленить основное: при идеальных условиях нагреватель заставит воздух перемещаться по кругу, то есть циркулировать. Такой вид циркуляции называется *конвекционным течением*.



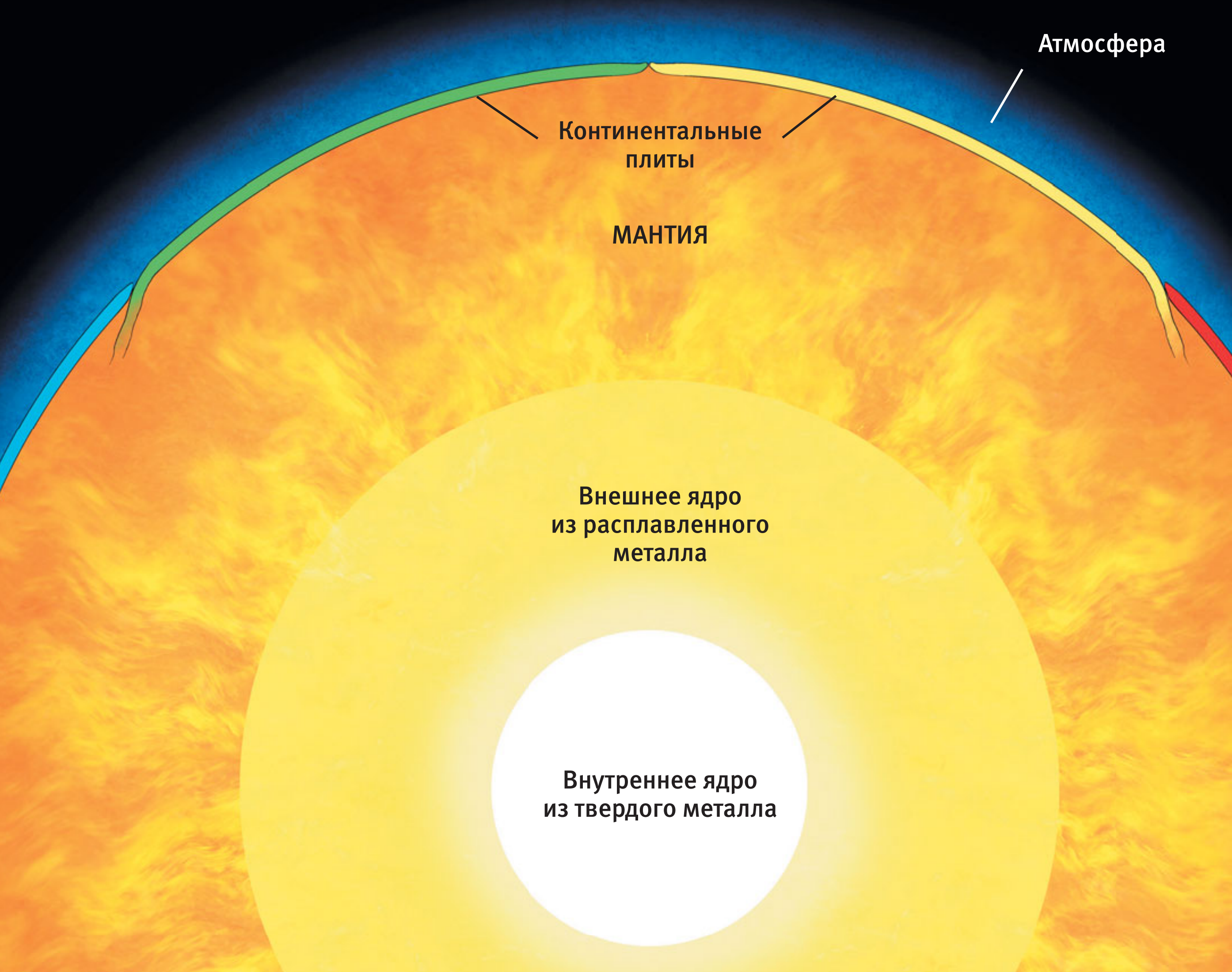
Конвекционное течение

Вода подчиняется тем же законам. На самом деле так ведет себя любая жидкость или газ. Но откуда конвекционные течения взялись под поверхностью Земли? Неужели там есть жидкость? Есть что-то похожее. Не такая жидкость, как вода, но густое вещество вроде меда или патоки. Просто оно настолько горячее, что все в нем плавится. Тепло идет из более глубоких слоев. Центр Земли раскален до огромных температур, и спадает она только вблизи от поверхности. Иногда жар прорывается сквозь земную кору через место, которое мы зовем вулканом.

Движение за счет тепла

Плиты состоят из твердых каменистых пород, и, как мы убедились, бóльшая их часть находится под водой. Толщина каждой плиты — несколько километров. Весь этот слой брони называется *литосферой*, что буквально переводится как “каменная сфера”. Под ней расположен еще более толстый слой, который, к сожалению, не называют медовой сферой, что было бы забавно (на самом деле это верхняя мантия). Твердые плиты каменной сферы, можно сказать, “плавают” на поверхности медовой сферы. Тепло более глубоких слоев да и самой мантии вызывает чудовищно медленные конвекционные течения, несущие на себе гигантские каменные плиты.

У конвекционных течений достаточно замысловатая траектория. Подумай: и океанские течения, и ветра тоже зависят от конвекции. Так что неудивительно, что плиты на земной поверхности движут-

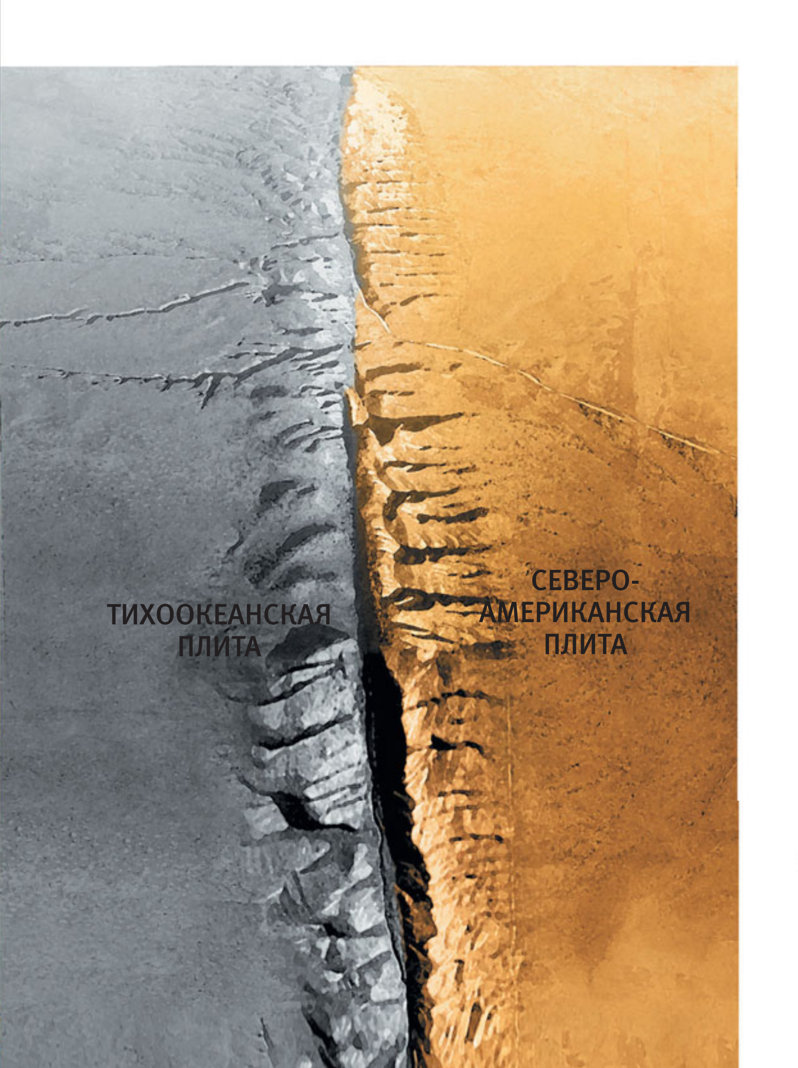


ся в самых разных направлениях, а не по кругу, как на карусели. Теперь понятно, почему плиты сталкиваются или отрываются друг от друга, погружаются одна под другую или трутся между собой. Естественно, мы чувствуем эти титанические силы — трение, выворачивание, грохот, скрежет и землетрясения. Даже странно, почему землетрясения не более разрушительны, чем они есть.

Иногда плита заезжает под соседнюю. Это называется *субдукция*. Например, часть Африканской плиты залезла под Евразийскую. Это объясняет, почему в Италии происходят землетрясения и почему во времена Древнего Рима извергся Везувий и уничтожил города Помпеи и Геркуланум (вулканы в основном находятся на границах плит). Гималаи, в том числе и гора Эверест, обязаны своей высотой субдукции Индостанской плиты под Евразийскую.

Мы начали с разлома Сан-Андреас, им и закончим. Разлом Сан-Андреас — длинный и почти прямой участок соприкосновения Тихоокеанской и Северо-Американской плит. Обе они движутся на северо-запад, но Тихоокеанская — быстрее. Лос-Анджелес построен на Тихоокеанской плите и потихоньку подбирается к Сан-Франциско, расположенному на Северо-Американской плите. Во всем регионе высокая вероятность землетрясения, и эксперты предсказывают, что следующее произойдет в течение ближайших десяти лет. К счастью, Калифорния, в отличие от Гаити, лучше подготовлена к тому, чтобы справиться с ужасными последствиями подобной катастрофы.

Однажды часть Лос-Анджелеса окажется в черте Сан-Франциско. Но это произойдет еще очень нескоро, и мы с тобой их сближения не увидим.







11 ПО-ЧЕ-МУ? случаются неприятности

Почему случаются неприятности? После ужасной катастрофы — землетрясения или урагана — люди часто говорят:

Это так нечестно. *За что несчастным выпала такая судьба?*

Если действительно хороший человек умирает от тяжелой болезни, а у плохого отменное здоровье, опять слышатся жалобы:

Нечестно!

Или:

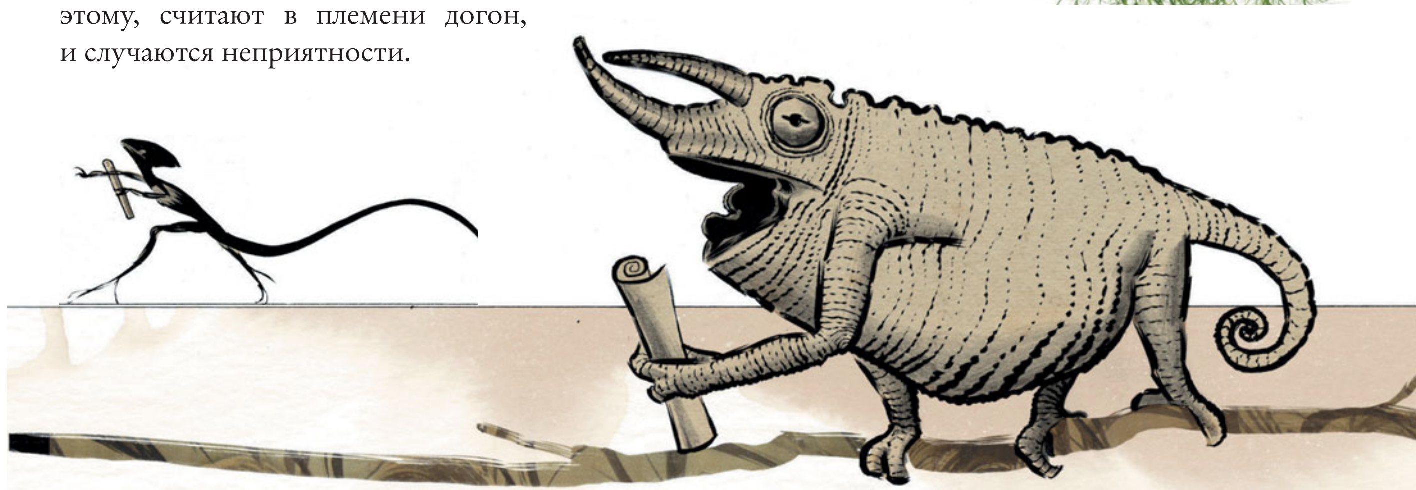
Ну где тут справедливость?.

Нам кажется, что в мире просто обязана существовать глобальная справедливость. С хорошими людьми должны происходить приятные вещи. А плохое если уж происходит, то пусть только с негодяями. В пьесе Оскара Уайльда “Как важно быть серьезным” старая гувернантка мисс Призм рассказывает, что когда-то написала роман. И на вопрос, счастливый ли у романа финал, она отвечает: “Для хороших там все кончалось хорошо, для плохих — плохо. Это называется беллетристикой”. В реальной жизни неприятности

случаются как с хорошими людьми, так и с плохими. Почему? Почему наша жизнь не похожа на роман мисс Призм? Почему случаются неприятности?

Многие народы верят: боги стремились создать идеальный мир, но что-то пошло не так. В том, что именно пошло не так, — основное различие мифов. У западноафриканского племени догон есть легенда: реальность началась с космического яйца, внутри которого сидели два близнеца. Если бы близнецы вылупились одновременно, то все было бы прекрасно. К несчастью, один из них вылупился слишком рано и нарушил божественные планы. Поэтому, считают в племени догон, и случаются неприятности.





Существует множество легенд о том, как смерть пришла в этот мир. По всей Африке ходит поверье, что хамелеону поручили передать людям весть о вечной жизни. На беду, хамелеон шел так медленно (они действительно очень медлительны, я это знаю, потому что в детстве, когда жил в Африке, у меня был ручной хамелеон по имени Крючок), что новость о смерти, которую несла шустрая ящерица (в других версиях действуют и более быстрые животные), дошла первой. Если честно, меня удивило, почему так важна последовательность получения новостей. Плохая новость остается плохой, когда бы мы ее ни узнали.



Болезни — особый вид неприятностей, и о них сочинялось немало мифов. И понятно почему: долгое время болезни оставались чем-то загадочным. Наши предки сталкивались со множеством других опасностей — от львов и саблезубых тигров до враждебных племен и голода, — и они преодолевали и осознавали подобные трудности. К тому же оспа, чума (она же Черная смерть) или малярия появлялись непонятно откуда, без всякого предупреждения, и никто не знал, как противостоять таким напастям. Это была ужасающая тайна. Откуда берутся болезни? Чем же мы заслужили такую мучительную смерть, невыносимую зубную боль или омерзительные нарывы? Неудивительно, что люди, тщетно пытаясь понять суть недугов, обращались к суевериям, стараясь защитить себя от хворей, хотя, как правило, и безуспешно. Во многих африканских племенах до совсем недавнего времени любой, кого поразил недуг или у кого заболел ребенок, искал колдуна или ведьму, чтобы свалить вину на них. Температура у малыша может подняться, если враг заплатил шаману, чтобы тот навел порчу. Или если на момент рождения младенца не хватило денег, чтобы принести в жертву козу. Или потому, что я не поплевал и не отвадил злого духа, когда мне дорогу переползла зеленая гусеница.

В Древней Греции больные странники ночевали в храме Асклепия, бога врачевания и медицины. Они верили, что либо бог сам их вылечит, либо во сне подскажет рецепт выздоровления. Даже сейчас удивительно большое количество больных путешествует в такие места, как Лурд, где они погружаются в освященный бассейн в надежде, что святая вода их исцелит (хотя мне кажется, они скорее подхватят еще что-нибудь от тех, кто сидел в бассейне до них). За последние 140 лет примерно 200 миллионов людей совершили паломничество в Лурд, надеясь



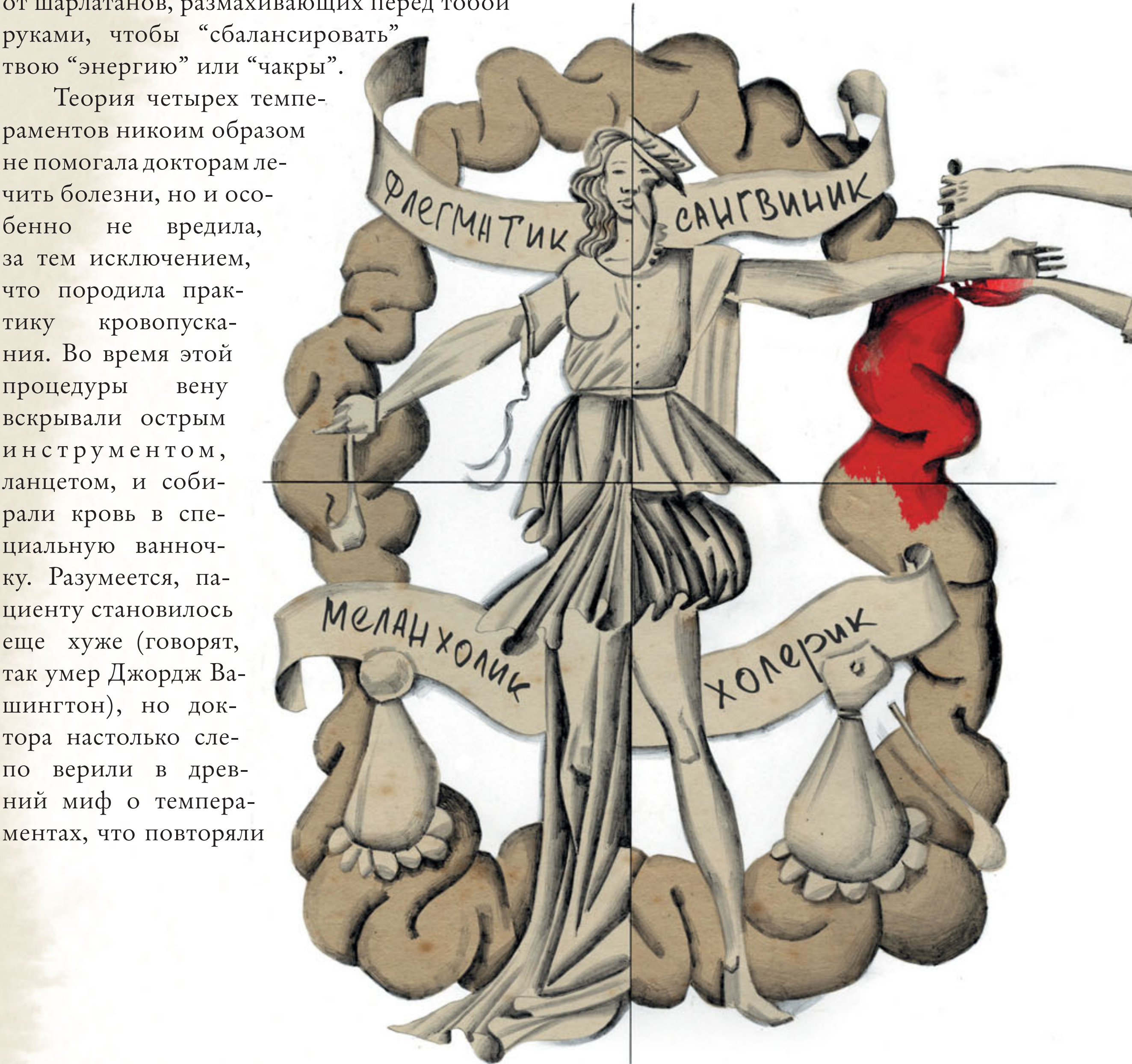


на выздоровление. Во многих случаях их недуг оказывался не таким уж серьезным — им становилось лучше, что произошло бы вне зависимости от того, совершили бы они паломничество или нет. Гиппократ, древнегреческий “отец медицины”, автор клятвы, которую должны соблюдать все врачи, был уверен: многие болезни вызываются землетрясениями. В Средние века предполагали, что они происходят из-за движения планет относительно звезд. Верования подобного рода называются астрологией, и, несмотря на свою абсурдность, они до сих пор находят последователей.

Самым живучим из мифов о здоровье и болезнях оказался миф о четырех темпераментах, появившийся в V веке до нашей эры и доживший вплоть до XVIII века нашей эры. В теорию уже никто не верит, а слово “темперамент” (в переводе с латыни “соразмерность”, “надлежащее соотношение частей”) осталось. Четыре элемента лежат в основе каждого темперамента — желтая желчь, черная желчь, кровь и лимфа. Баланс между этими элементами — залог крепкого здоровья, о чем до сих пор можно услышать от шарлатанов, размахивающих перед тобой руками, чтобы “сбалансировать” твою “энергию” или “чакры”.

Теория четырех темпераментов никоим образом не помогала докторам лечить болезни, но и особенно не вредила, за тем исключением, что породила практику кровопускания. Во время этой процедуры вену вскрывали острым инструментом, ланцетом, и собирали кровь в специальную ванночку. Разумеется, пациенту становилось еще хуже (говорят, так умер Джордж Вашингтон), но доктора настолько слепо верили в древний миф о темпераментах, что повторяли операцию снова и снова. Иногда о кровопускании просили еще здоровые люди, чтобы предотвратить болезнь.

Однажды, когда я был в школе, учитель предложил тему для размышлений: откуда берутся болезни? Один мальчик поднял руку и сказал: “Может, это кара за грехи?” Даже сегодня полно людей, считающих грехи причиной всех несчастий. Суть некоторых мифов сводится к тому, что любые неприятности случаются из-за неподобающего пове-



дения наших предков. Я уже говорил про иудейский миф о первых людях — Адаме и Еве. Как ты помнишь, они совершили чудовищный поступок: поддались на уговоры змея и попробовали плод с запретного дерева. Это преступление откликнулось эхом через века, и до сих пор немало людей считают, что из-за него происходят все беды.



Многие мифы повествуют о конфликтах между хорошими богами и плохими (или дьяволом). Из-за плохих богов случаются все несчастья в мире. В некоторых версиях речь идет только об одном злом духе, его называют дьявол или как-то иначе, и он сражается с хорошими богами или богом. Если бы не было этой борьбы между дьяволом и богом или между плохими и хорошими богами, все было бы прекрасно.



Почему неприятности случаются на самом деле?

Почему вообще что-либо происходит? Вопрос непростой, но более насущна проблема — “почему случаются *неприятности*?”. Нет причин заострять внимание на каких-то плохих событиях, пока они не начинают происходить чаще, чем мы того ожидаем, или пока мы не вспоминаем о высшей справедливости, по которой гадости должны случаться только с плохими людьми.

Неужели по воле случая неприятности возникают чаще, чем можно предположить? Если это так, мне есть что объяснить. Наверное, ты когда-нибудь слышал о законе Мерфи, он же закон подлости? Один из его вариантов гласит: “Бутерброд всегда падает маслом вниз”. Более общая формулировка звучит несколько иначе: “Если что-то может пойти не так, то оно обязательно пойдет не так”. Люди часто шутят по этому поводу, но иногда складывается впечатление, будто некоторые вовсе и не шутят. Они действительно думают, что мир настроен против них.

Иногда я участвую в съемках документальных фильмов для телевидения, и когда мы работаем на натуре, часто процессу мешает посторонний шум. Если вдалеке пролетает самолет, приходится прекращать съемку и ждать, пока он не исчезнет из виду, и это ужасно надоедает. Костюмированные исторические фильмы способен загубить даже едва различимый шум турбин. У киношников есть поверье: самолет выбирает для своего появления именно те моменты, когда тишина наиболее важна, и называют это законом подлости.

Недавно команда, с которой я работал, выбрала место заведомо очень тихое — огромный пустой луг недалеко от Оксфорда. Для большей уверенности мы приехали туда рано утром — и обнаружили одинокого шотландца, играющего на волынке (наверное, его жена из дома выгнала). “Закон подлости!” — воскликнули мы. На самом деле шумно почти всегда и везде, но замечаем мы это, только когда посторонние звуки нас раздражают, например при съемках фильма. У нас есть склонность особенно выделять досадные происшествия, поэтому порой складывается ощущение, что мир нарочно над нами издевается.



В случае бутерброда с маслом или джемом неудивительно, что он чаще падает маслом или джемом вниз, ведь столы обычно не очень высоки, изначально бутерброд лежит джемом кверху, и времени падения хватает только на пол-оборота. Но каждый раз это отличный повод заявить:

Если что-то может пойти не так, то оно обязательно пойдет не так.

Вот еще один, куда более показательный пример закона подлости: “Когда ты подбрасываешь монетку, то чем больше тебе нужна решка, тем вероятнее выпадет орел”.

Так думают пессимисты. Оптимисты же уверены в том, что чем больше ты хочешь решку, тем скорее она выпадет. Такой настрой можно назвать законом Поллианны — оптимистичной верой в то, что все будет хорошо. Или законом Панглосса, персонажа великого французского писателя Вольтера. Доктор Панглосс не сомневался, что “все к лучшему в этом лучшем из миров”.

Но если хорошенько подумать, и закон подлости, и закон Поллианны бессмысленны. Ни монета, ни бутерброд понятия не имеют о силе нашего желания, и у них нет никаких причин исполнять чьи-то желания или нет. Помимо прочего, то, что хорошо для одного, может оказаться плохим для другого. На теннисном корте соперники могут одинаково усердно молиться о победе, но кому-то ведь придется проиграть! Не стоит задаваться вопросом: “Почему неприятности случаются?” Или: “Почему происходят хорошие вещи?” Оба сводятся к одному общему вопросу: “Почему что-либо происходит?”

Удача, шанс и причины



Есть такое выражение: “Всему есть своя причина”. С одной стороны, это правда. У любого события имеется причина, и она всегда предшествует событию. Цунами возникает в результате подводного землетрясения, а землетрясения присходят из-за смещения тектонических плит, как мы узнали из 10-й главы. В этом смысле действительно всему есть причина, когда причина — некое событие в прошлом. Однако некоторые под “причиной” понимают иное — нечто вроде высшей идеи. Они скажут:

Цунами — наказание за наши грехи.

Или:

Цунами возникло, чтобы уничтожить стриптиз-клубы, дискотеки, бары и другие греховные места.

Удивительно, насколько часто люди обращаются к таким доводам.

Возможно, это отголоски детства. Детские психологи показали, что маленькие дети при ответе на вопрос: “Почему некоторые камни острые?”, избегая научных объяснений, отвечают: “Чтобы животные могли о них чесаться”. Большинство людей с возрастом находят другие способы объяснить что-либо. Однако есть немало взрослых, не способных придумать ничего другого, когда речь идет о больших несчастьях, таких как землетрясения, или о невероятной удаче — например когда кто-то выжил при землетрясении.



А что можно сказать насчет невезения? Существуют ли на самом деле невезение или удача? Неужели и вправду кому-то везет больше других? Иногда толкуют о полосе неудач. Или заявляют: “В последнее время мне так не везет, что скоро на меня свалится удача”. Или: “Такая-то — неудачница, ей все время не везет”.

“Скоро на меня свалится удача” — хороший пример неправильного понимания закона больших чисел. В крикете зачастую очень важно, какая команда начнет игру. Капитаны команд бросают монету, и болельщики надеются, что именно их команда сделает первый удар. Недавно был матч между сборными Индии и Шри-Ланки, и на заглавной странице *Yahoo* вывесили вопрос:

Неужели Дхони (капитану индийской команды) опять повезет с монетой?

Из всех присланных ответов лучшим был выбран (не знаю, по какому принципу) следующий:

Я верю в закон больших чисел, поэтому готов поспорить, что повезет Сангаккаре (капитану сборной Шри-Ланки) и он выиграет право первого удара.

Представляешь, какая чепуха? В серии предыдущих матчей Дхони каждый раз выигрывал при бросании монеты. Но монеты беспристрастны. По неправильно понятому закону больших чисел Дхони, которому так долго сопутствовала удача, должен был наконец проиграть, чтобы *восстановить равновесие*. Можно еще сказать, что наступила *очередь* Сангаккары выиграть. Или что будет несправедливо, если Дхони снова выиграет. На самом деле не важно, сколько раз подряд выиграл Дхони — его шансы на победу *всегда* будут 50:50. “Очередь” и “справедливость” тут ни при чем. Мы вправе судить, честно это или нечестно, но на монету это не подействует, как, собственно, и на Вселенную в целом.

Действительно, если подкинуть монету тысячу раз, то примерно 500 раз должен выпасть орел и 500 — решка. Предположим, ты подкинул монету 999 раз, и каждый раз она падала решкой вниз. Как думаешь, что выпадет в следующий раз? Согласно распространенному заблуждению по поводу закона больших чисел, нужно загадать решку, потому что настала ее “очередь” и будет “нечестно”, если опять выпадет орел. Но я бы поставил на орла и тебе бы советовал. Последовательность из 999 орлов означает лишь то, что кто-то намухлевал с монетой или нашел способ подкидывать ее определенным образом. Непонимание закона больших чисел погубило многих игроков.





После игры можно сказать: “Сангаккаре не повезло: он не угадал, как упадет монетка, команда Индии получила право первой подачи и за счет этого набрала кучу очков”. Ничего зазорного тут нет. Ты всего лишь констатируешь, что тому, кто угадал, какой стороной упадет монетка, повезло в определенный момент. Но *не следует* доказывать, что пришла очередь Сангаккары побеждать, потому как до этого Дхони выигрывал много раз! Нельзя делать и такой вывод: “Дхони, конечно, хороший игрок, но капитаном стал только благодаря своему везению при розыгрыше первой подачи”. Улача при игре в орлянку не имеет ничего общего со способностями человека. Игрок в крикет может быть хорошим подающим или плохим боулером. Нельзя сказать, что кто-либо умеет хорошо выигрывать первую подачу!

По той же причине абсолютно беспочвенна вера в то, что талисман, который ты носишь на шее, способен принести тебе удачу. Или что удачу принесут скрещенные за спиной пальцы.Такие вещи влияют на происходящее, только если они меняют твои чувства: добавляют уверенности или успокаивают нервы перед теннисной подачей. Но к удаче они не имеют никакого отношения — тут сплошная психология.

Некоторых людей называют неудачниками. Это нормально, но только в том смысле, что они неуклюжие, постоянно попадают впросак или влипают в какие-нибудь неприятности.



Если хочешь увидеть действительно смешной пример неудачника — посмотри фильм “Розовая пантера” с Питером Селлером в роли инспектора Клюзо.

С инспектором Клюзо все время происходят забавные и досадные происшествия, но исключительно потому, что он растяпа, а не потому, что его преследуют неудачи, как принято говорить. (Кстати, постарайся раздобыть оригинальный фильм “Розовая пантера”, а не более позднюю серию фильмов вроде “Сына Розовой пантеры”, “Возвращения Розовой пантеры” и так далее — они ужасны).



Поллианна и паранойя

Итак, мы разобрались, что плохие события, как и хорошие, не происходят чаще, чем с положенной им вероятностью. У Вселенной нет мыслей, чувств и личностных качеств, поэтому она ничего не делает, чтобы тебе понравиться или навредить. Неприятные события случаются потому, что события вообще случаются. Хорошие они, с нашей точки зрения, или нет — от этого не зависит их вероятность. Многим тяжело смириться с таким положением дел. Ведь легче думать, что грешников ждет наказание, а добродетель вознаграждается. К сожалению, Вселенная безразлична к нашему мнению.

Теперь, после всего сказанного, остановимся и подумаем. Забавно, но я признаю, что закон подлости в каком-то виде существует. Хотя в корне неверно то, что погода или землетрясение действуют против тебя лично (им нет до тебя дела), в реальной жизни все немного по-другому. Если ты кролик, то лиса — твой враг. Если ты малек, то щука — твой враг. Вряд ли лиса или щука хоть отчасти это сознают. Рад тебе сообщить, что вирус — твой враг, но никому и в голову не придет, что вирус действует обдуманно. Эволюция с помощью естественного отбора позаботилась о том, чтобы вирусы, лисы и щуки активно вредили своим жертвам, чего нельзя сказать о землетрясениях, ураганах или лавинах. Землетрясения и лавины губительны, но они не предпринимают никаких специальных действий для этого, они вообще ничего не предпринимают, они просто случаются.

Естественный отбор, или, как его называл Дарвин, борьба за выживание, подразумевает, что у каждого живого существа есть враг, старающийся его уничтожить. Иногда может показаться, будто козни естественных врагов тщательно спланированы. Например, паутина — хитроумная ловушка для беспечных насекомых. Маленькое насекомое, муравьиный лев, выкапывает воронку-ловушку, чтобы в нее попадалась добыча. Сам муравьиный лев сидит в песке на дне выкопанной им конической ямки и съедает каждого свалившегося туда муравья. Никто не предполагает, что паук или муравьиный лев коварно спланировали свои ловушки. Естественный отбор в процессе эволюции выработал для них поведение, которое в наших глазах *выглядит* коварным. Также и тело льва выглядит как будто задуманным специально для охоты на антилоп и зебр. Если бы мы были зебрами, то скорее всего считали бы, что лев, который выслеживает, преследует и атакует нас, испытывает к нам вражду.



Понятно, что хищники (те, что охотятся, а потом убивают и съедают добычу) прилагают все усилия, чтобы погубить свою жертву. Однако, помимо этого, они стремятся избавиться от тех, кто охотится на них самих. Они стараются не дать себя съесть, и если им это удастся, другой хищник умрет от голода. Те же отношения складываются между паразитом и его хозяином. И между особями одного вида тоже происходит борьба — все соперничают друг с другом. Если жизнь станет слишком простой, естественный отбор породит более приспособленных к борьбе соперников, будь то хищники или их добыча, паразиты или их хозяева либо представители одного и того же вида, и жизнь снова усложнится. Землетрясения и торнадо — неприятные штуки, их можно назвать врагами человека, но они не преследуют тебя по тому же закону подлости, что хищники или паразиты.

Это породило образ мышления, присущий, возможно, диким животным во всем мире. Когда антилопа видит, что трава колышется, это может быть всего лишь ветром. Беспокоиться не о чем: ветер абсолютно безопасен для антилопы. Но есть вероятность, что шорох в траве — затаившийся леопард, а леопард уж точно опасен: антилопа ему по вкусу, и естественный отбор оставил только тех леопардов, которые хорошо ловят антилоп. Поэтому антилопы, кролики и мальки должны всегда быть настороже. Мир полон хищников, и надежнее считать, что закон подлости действует. Давай перескажем это языком Чарльза Дарвина, языком естественного отбора. Животные, ведущие себя так, словно закон подлости работает, выживают и размножаются с большей вероятностью, чем животные — приверженцы принципа Поллианны.

Заметную часть времени наши предки проводили среди смертельно опасных хищников — львов, крокодилов, питонов и саблезубых тигров. Так что есть некоторый смысл в подозрительном, если не сказать параноидальном, отношении к миру, в том, чтобы в каждом шелесте травы, в каждой хрустнувшей веточке видеть угрозу, предполагать, что кто-то настроен против тебя,

что кто-то тщательно продумывает, как тебя убить. “Планировать” — не очень корректное слово, и, чтобы ты не искал повсюду коварный заговор, снова переведем идею на язык естественного отбора: “Существуют враги, модифицированные с помощью естественного отбора таким образом, чтобы преднамеренно меня убить. Окружающий мир не безразличен ко мне. Мир охотится за мной. Существует закон подлости или нет — безопаснее действовать так, словно он работает, нежели верить в закон Поллианны”.

Пожалуй, это одна из причин, по которым многие уверены во враждебности этого мира. Когда люди полностью отдаются такому чувству, мы называем их параноиками.



Болезни и эволюция работают заодно?

Итак, за нами охотятся не только хищники. Паразиты — более коварная и не менее опасная угроза. К ним относятся ленточные черви, трематоды, бактерии и вирусы, живущие за счет наших организмов. Такие хищники, как львы, тоже питаются живыми организмами, но разница между хищником и паразитом известна. Паразиты едят жертву заживо (хоть потом и могут ее убить) и обычно бывают гораздо меньше ее. Хищники, как правило, крупнее своей добычи (как кошка и мышь) или не сильно уступают ей в размере (как лев и антилопа). Хищник убивает жертву на месте, а потом съедает. Паразиты работают медленнее, глодая жертву изнутри.

Чаще всего они атакуют в большом количестве, как, например, в случае инфекции вируса гриппа. Тех паразитов, которых не видно невооруженным глазом, называют *микробы*, но это слишком общий термин. К ним относятся вирусы, бактерии (хоть они и больше вирусов, но все равно микроскопические — есть вирусы, паразитирующие на бактериях) и другие одноклеточные организмы, как малярийный плазмодий, который гораздо крупнее бактерии, но без микроскопа его не разглядеть. Нет общепринятого названия для таких одноклеточных паразитов. Иногда их называют *простейшие*. Другие важные паразиты — грибы, например стригущий лишай и грибок стопы (шляпочные грибы дают ошибочное представление о том, как выглядит большинство грибов).

Бактериальные заболевания — это туберкулез, некоторые виды пневмонии, коклюш, холера, дифтерия, проказа, скарлатина, фурункулез и тиф. Вирусные — корь, ветрянка, свинка, оспа, герпес, бешенство, полиомиелит, краснуха, разные виды гриппа и целая группа болезней, которые мы называем обычной простудой. Малярия, амебная дизентерия и сонная болезнь вызываются простейшими. Есть и другие, не менее важные, паразиты, еще более крупные, они доступны невооруженному глазу: это различные черви — круглые и плоские. В детстве, живя на ферме, я достаточно часто находил трупы мелких животных, всяких там хорьков или кротов. В школе



мы проходили биологию, и мне было интересно вскрывать найденные тушки. Помню, меня больше всего поразило количество копошащихся там червей (это были круглые черви, нематоды). Такого не было в одомашненных крысах и кроликах, которых мы препарировали в школе.

В организме есть хитроумная и, как правило, эффективная защита от паразитов — иммунная система. Иммунная система настолько сложна, что объяснение ее устройства займет отдельную книгу. Если вкратце, то тело, обнаружив в себе опасного паразита, начинает производить специальные клетки, которые доставляются до поля битвы по кровяному руслу, подобно некой армии, специально обученной для борьбы с определенным врагом. Обычно иммунная система выигрывает, и человек поправляется. Но иммунная система запоминает, какое молекулярное оборудование ей понадобилось для победы, и все последующие заражения тем же типом паразитов будут отражены так быстро, что мы ничего не заметим. Поэтому такими болезнями, как, например, корь, свинка или ветрянка, болеют в основном только раз. Считается, что лучше переболеть свинкой в детстве, тогда иммунная "память" защитит и взрослый организм, а для взрослых болезнь гораздо более неприятна, особенно для мужчин, ведь возможны осложнения на яички. Прививки — изящный способ сделать то же самое специально. Доктор не заражает тебя болезнью, а дает тебе ее ослабленную версию, например вкалывает мертвых микробов, стимулируя иммунную систему без симптомов болезни. Возможно, ты вообще не заметишь никакого эффекта. Тем не менее иммунная система "запомнила" мертвых микробов или легкий вариант инфекции и теперь вооружена для борьбы с полноценным заболеванием.

У иммунной системы нелегкая задача — определить, что является "чужеродным" и что надо уничтожить, а что — часть самого организма. Это может оказаться особенно сложно, скажем, во время беременности. Ребенок в утробе является "чужеродным" (дети генетически отличаются от матерей, ведь половина их ДНК — от отца). Иммунная система не должна бороться с зародышем. Это было одной из самых сложных проблем, решенных нашими предками в ходе эволюции живорождения. И решенных успешно — множество детей дожили в утробе матери до своего рождения. Но случалось и множество выкиды-



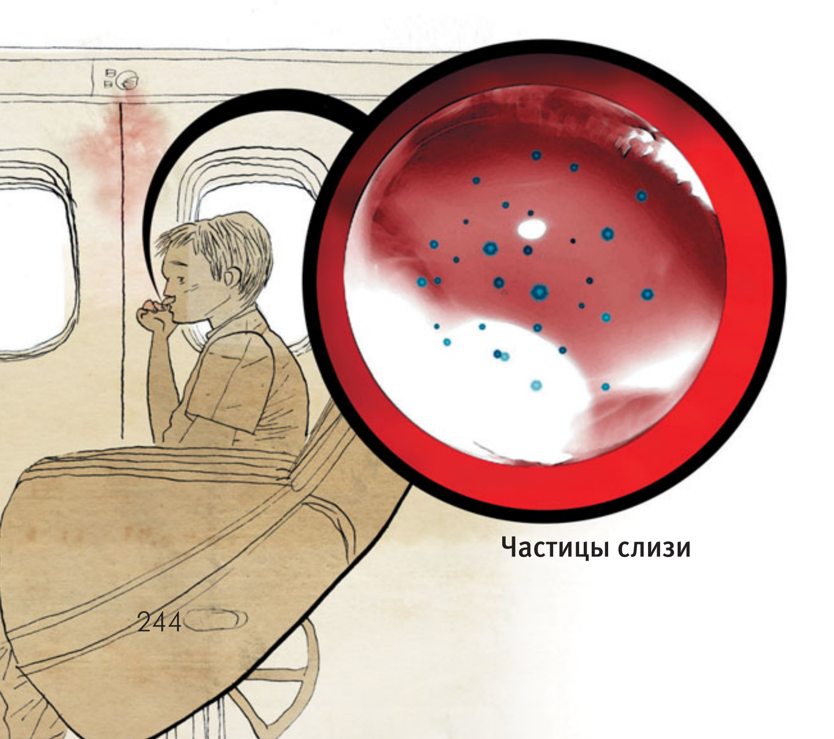
шей, свидетельствовавших о том, что эволюция еще не нашла оптимального варианта. Даже сегодня немало малышей выживают только благодаря докторам, которые, например, в случае гиперреакции иммунной системы целиком меняют им кровь сразу после их появления на свет.

Еще одна возможная неполадка иммунной системы — когда она слишком активно борется с "захватчиком". Аллергия — именно такой случай. Иммунная система без надобности, с большими затратами и даже повреждениями борется с чем-то безопасным. Допустим, пыльца в воздухе обычно безопасна, но иммунная система некоторых людей слишком к ней чувствительна, и возникает аллергическая реакция, которую иногда называют сенной лихорадкой: ты чихаешь, у тебя слезятся глаза, и вообще это неприятно. Есть люди, страдающие аллергией на собак или кошек, — у них иммунная система слишком чувствительна к безвредным молекулам на шерсти животных или в ней самой. Аллергия может быть очень опасной. Встречается настолько сильная аллергия на арахис, что один орешек может убить человека.

Случается и так, что сверхчувствительная иммунная система порождает у человека аллергию на самого себя! Это называется аутоиммунным заболеванием (от греческого *autos* — "сам"). Примеры аутоиммунных заболеваний — алопеция (когда волосы выпадают целыми прядями, потому что организм атакует собственные волосяные луковицы) и псориаз (когда сверхчувствительность иммунной системы вызывает появление на коже розовых лоскутов).

Неудивительно, что иногда иммунная система слишком чувствительна: очень сложно одновременно и успешно отразить атаку, и удержаться от лишних военных действий. С той же задачей сталкивается антилопа, когда решает, бежать ли ей от шороха в траве. Это леопард? Или просто ветер? Опасная бактерия или безвредная пыльца? Мне всегда было интересно, меньше ли страдают от вирусов и других паразитов люди с гиперактивной иммунной системой, которая вызывает аллергию или даже аутоиммунное заболевание.

Подобные проблемы "равновесия" встречаются часто. Кто-то бывает слишком пугливым, мнительным, воспринимает каждый шорох как опасность или выдает масштабный иммунный ответ на безобидный арахис либо на ткани своего же тела. С другой сто-


Частицы слизи

Как иммунная система справляется с атакой вируса гриппа (справа)

Верхний ряд: успешная атака вируса.
Вирус гриппа приближается к клетке (1). Вирус вскрывает клеточный замок (рецептор на ее поверхности) (2), таким образом проникая в клетку (3), где он размножается. В конечном итоге (4), сотни копий вируса устремляются наружу из инфицированной клетки.
Нижний ряд: иммунная система отражает атаку.
Антитела иммунной системы приближаются к вирусу (1) и прикрепляются к нему (2). Теперь вирус не может открыть клеточный замок (3) и не может проникнуть в клетку.

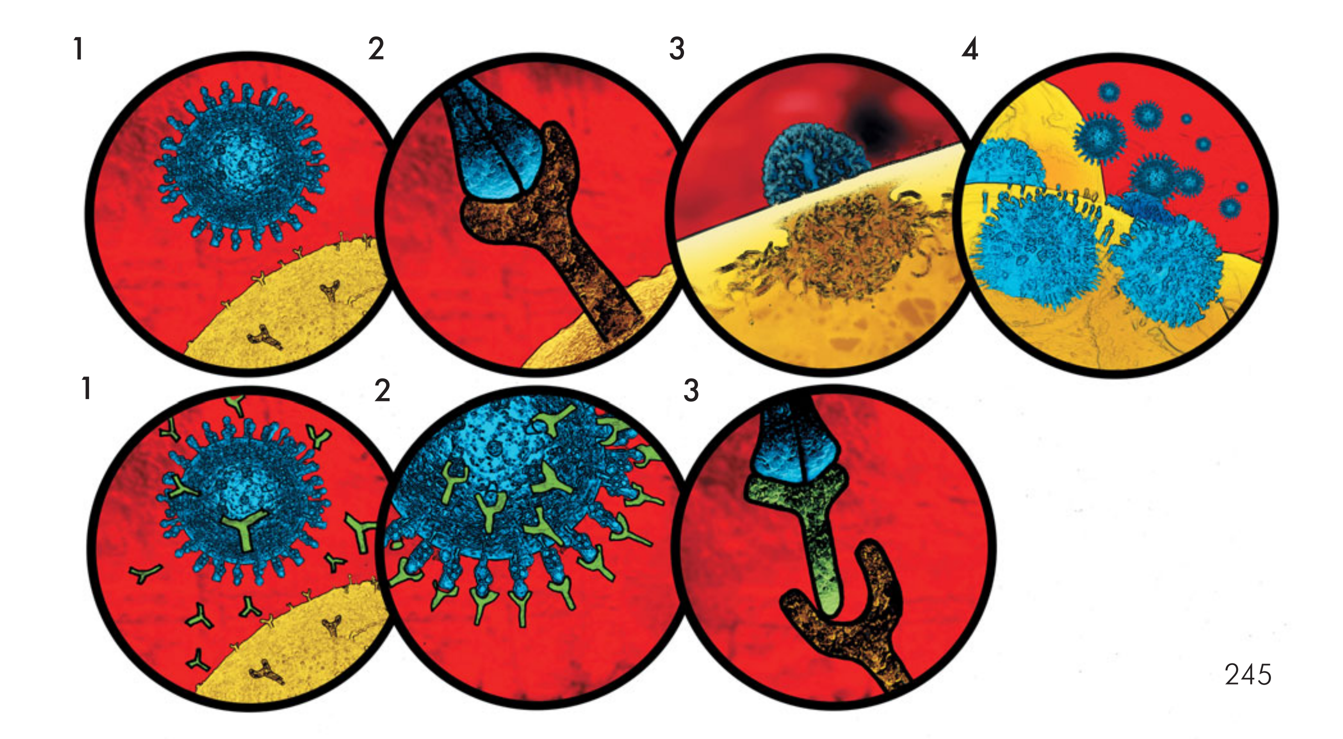
роны, вредно проявлять излишнюю беспечность и не отреагировать на опасность в нужный момент или не создать иммунную реакцию, когда появится опасный паразит. Очень сложно найти золотую середину, и отклонения в любую сторону грозят серьезными последствиями.

Рак — особенная неприятность, которую стоит обсудить отдельно. При раке наши собственные клетки перестают выполнять свои функции и становятся паразитами. Обычно раковые клетки группируются в *опухоли* — они бесконтрольно растут, питаясь определенной частью тела. В худшем случае рак распространяется на другие органы (это метастазы) и зачастую приводит к смерти. Такие опухоли называются злокачественными.

Опасность рака в том, что его клетки развиваются напрямую из наших собственных. Просто они немного изменены. Это значит, что у иммунной системы мало шансов распознать их как чужеродные. А еще очень сложно найти против них лекарство, потому что любое средство борьбы окажется ядом и будет убивать в том числе и здоровые клетки. Гораздо легче убивать бактерий, потому что бактериальные клетки отличаются от наших. Яд, действующий только на бактерий, называется антибиотиком. Химиотерапия отравляет раковые клетки, но вместе с тем и все остальные, так что, если перестараться с дозой лекарств, можно убить рак, но вместе с несчастным пациентом.

Мы вернулись к проблеме поиска золотой середины, чтобы защищаться от врагов (раковых клеток) и не атаковать друзей (собственные здоровые клетки), — к проблеме леопарда в высокой траве.

Позвольте, я закончу эту главу догадками. Не являются ли аутоиммунные заболевания побочным процессом эволюционной войны с раком, длящейся многие поколения? Иммунная система побеждает во многих сражениях с предраковыми клетками, подавляя их еще до того, как они станут полностью злокачественными. По-моему, в постоянной борьбе с предраковыми клетками иммунная система заходит слишком далеко и атакует безвредные ткани, клетки собственного организма, и мы называем это аутоиммунной болезнью. Может, аутоиммунные заболевания на самом деле — побочный продукт эволюционного поиска эффективного оружия против рака? А ты как думаешь?




12
Что
такое



В первой главе я говорил о магии и отделил сверхъестественную магию (заклинания, превращающие лягушку в принца, или лампа, из которой вылезает джинн, если ее потереть) от фокусов и трюков (когда создается иллюзия превращения шелковых платков в кроликов или распиливания женщины пополам). Сейчас никто не верит в сказочную магию. Всем известно, что тыква превращается в карету только в “Золушке”. Каждый скажет, что кролик, выпрыгивающий из пустой шляпы, — всего лишь трюк. Но существуют и другие сверхъестественные истории — они до сих пор воспринимаются всерьез, а описанные в них “события” считаются чудом. Эта глава посвящена чудесам, в которые многие верят, в отличие от сказочного волшебства и ловких трюков, выдаваемых за магию.

Нередко в подобных историях речь идет о призраках, есть и городские легенды-страшилки о необъяснимых совпадениях, рассказы вроде “мне приснилась знаменитость, о которой я не вспоминал годами, и следующим утром я узнал, что этот человек умер”. Заметная часть такого рода историй носит религиозный характер, и именно их называют чудесами. Взять хотя бы легенду о том, что примерно 2 тысячи лет назад странствующий иудейский проповедник по имени Иисус присутствовал на свадьбе, и вдруг там закончилось вино. Он попросил принести воды и с помощью чудесной силы превратил ее в вино, причем, как утверждается, в неплохое вино. Люди, смеющиеся над тем, что тыква становится каретой, и уверенные в невозможности сделать из носового платка кролика, спокойно верят в то, что Иисус превратил воду в вино, или в то, что кто-то улетел на небеса на крылатом коне.



Слухи, совпадения и преувеличения

Обычно мы не становимся свидетелями чуда, а слышим о нем от других, а они, в свою очередь, — от кого-то еще, кому о нем рассказала сестра друга жены одного приятеля… А любая история, передающаяся из уст в уста, искажается. Первоначальный вариант зачастую сам является слухом, возникшим так давно и так изменившимся с течением времени, что становится практически невозможно определить, какое именно событие его породило.

После смерти почти любой знаменитости, героя или злодея, слухи о том, что их видели снова, вспыхивают то тут, то там. Так было с Элвисом Пресли, Мэрилин Монро и даже Адольфом Гитлером. Сложно поверить, что кому-то приносит удовольствие распространять подобные слухи, но тем не менее они гуляют по свету.

Вот недавний пример. Вскоре после смерти популярного певца Майкла Джексона в 2009 году съемочная команда американского телевидения посетила его знаменитое поместье "Неверленд". В одной из сцен снятого там фильма зрителям показалось, что они увидели призрак умершей звезды в конце длинного коридора. Я смотрел запись, и мне она показалась крайне неубедительной. Тем не менее этого оказалось достаточно, чтобы породить множество слухов. Призрак Майкла Джексона разгуливает по земле! И этим дело не огра-



ничилось. На противоположной странице ты увидишь фотографию, на которой мужчина запечатлел отполированную поверхность своей машины. Нам с тобой очевидно, что перед нами всего лишь отражение облака, особенно если сравнить это облако с соседними. Но для воспаленного воображения фаната — это безусловно призрак Майкла Джексона, и в результате на сайте *YouTube* картинка собрала 15 миллионов просмотров!

На самом деле механизм тут очень интересный, и на него стоит обратить внимание. Человек — социальное существо, и человеческий мозг видит чьи-то лица даже там, где их нет. Поэтому так часто люди различают лица в случайных узорах, созданных облаками, гренками или пятнами сырости на стене.

Рассказывать душераздирающие истории о призраках, как правило, действительно страшные, — одно удовольствие, тем более если в них верят. Когда мне было восемь, наша семья некоторое время жила в поместье "Кукушки", построенном



лет 400 назад, с балками тюдоровской эпохи. Неудивительно, что к дому прилагалась легенда о призраке священника в потайном коридоре. В ней говорилось о том, что иногда по ночам слышатся его шаги по лестнице, и шагов на один больше, чем нужно, потому что в XVI веке была еще одна дополнительная ступенька! Помню, с каким упоением я рассказывал эту историю своим школьным друзьям. У меня никогда не требовали веских доказательств. Чтобы поразить воображение приятелей, достаточно было того, что дом старый.

Люди обожают рассказывать друг другу истории о привидениях. И еще о чудесах. Если же слух о чуде упоминается в книге, то его совсем сложно опровергнуть, особенно если книга старинная. Если слух достаточно древний, то его считают *традицией*, и тогда он вызывает еще больше доверия. Это довольно странно, ведь старые мифы



успевают измениться сильнее, чем новые, более приближенные к событиям, их породившим. Элвис Пресли и Майкл Джексон жили слишком недавно, чтобы успели сложиться какие-либо традиции, так что мало кто верит в такие истории, как "Элвиса видели на Марсе". Но кто знает, что будет через 2 тысячи лет?

Как быть со странными историями о том, как кто-то увидел во сне кого-то, о ком не вспоминал несколько лет, а наутро обнаружил от него письмо в почтовом ящике? Или, проснувшись, прочел или стал свидетелем того, что этот человек скончался? Возможно, подобное и с тобой случалось. Как объяснить такие совпадения?

Самое внятное объяснение — это действительно совпадения, и ничего больше. Дело в том, что мы рассказываем истории только о странных совпадениях, а не о том, как их не произошло. Никто тебе не скажет: "Вчера мне снился дядя, о котором я годами не вспоминал, а утром я проснулся и обнаружил, что *ночью он не умер!*"

Чем загадочнее совпадение, тем больше вероятность, что новость о нем распространится. Иногда оно кажется настолько поразительным, что люди пишут письма в газеты. Допустим, кому-то в первый раз привиделась известная, но давно забытая актриса, а утром этот человек встал с кровати и узнал: она умерла той же ночью. Ночные гости "из другого мира" — правда страшно? Давай на минуту задумаемся, что же произошло на самом деле.

Для того чтобы письмо о совпадении было отправлено в газету, достаточно, чтобы его свидетелем стал один из миллионов читателей, умеющих писать. Если взять только Англию, то ежедневно умирают примерно 2 тысячи человек, и каждую ночь сотни миллионов снов приходят к жителям страны. Легко прикинуть, что время от времени кто-нибудь просыпается и обнаруживает: герой его снов умер той же ночью. Они и будут посылать свои рассказы в газеты.



Помимо прочего, истории, по мере того как их пересказывают, обрастают все новыми подробностями. Когда делятся интересной байкой, то поневоле приукрашивают ее и делают немного лучше, чем оригинал. Это ведь так здорово — преувеличить что-нибудь, совсем чуть-чуть, сделать повествование поярче и тем самым поразить воображение слушателя, а тот в свою очередь добавит еще пару деталей, и так далее. Например, если ты проснулся и узнал о смерти приснившейся тебе знаменитости, то тебя могут спросить, когда именно она умерла. Ответ такой: "*Приблизительно* в три часа ночи". Потом ты припоминаешь, что она тебе приснилась где-то *ближе к трем*. Быстрее, чем ты думаешь, "приблизительно" и "ближе к трем" исчезнут, и после нескольких пересказов история зазвучит так: "Она умерла *ровно* в три, и в тот самый миг внучка жены друга моего кузена увидела ее во сне".

Иногда нам удается дать конкретное объяснение странному совпадению. У знаменитого американского ученого Ричарда Фейнмана жена трагически скончалась от рака, и часы в ее комнате остановились ровно в момент смерти. Какой ужас! Но профессор Фейнман не зря был великим ученым. Он сразу нашел объяснение. Часы были неисправны. Они останавливались, если их поднять и перевернуть. Когда умерла миссис Фейнман, сиделка должна была записать время смерти для официального документа. В комнате было достаточно темно, и она взяла часы и поднесла их к окну, чтобы разглядеть время. Тут они и остановились. Никакого чуда — всего лишь сломанный механизм.



Даже если бы такого объяснения не было, даже если бы пружина часового механизма сломалась точно в момент смерти миссис Фейнман, нас бы это все равно не удивило. Без сомнения, в Америке ежедневно в разное время останавливается множество часов. И каждый день умирает много людей. Но ведь никто не будет рассказывать направо и налево: “Мои часы остановились ровно в 4.50 утра, и (вы не поверите!) никто не умер”.

Один из тех шарлатанов, которых я упоминал в главе о магии, заявлял, что способен силой мысли заставить часы снова идти. Он велел своей обширной телевизионной аудитории собрать все старые и сломанные часы в доме и держать в руках, пока он будет их дистанционно возвращать к жизни. Почти сразу же зазвонил телефон в студии, и, задыхаясь от восторга, восхищенный зритель объявил, что его часы заработали.

Частично это объясняется по тому же принципу, что и случай с часами миссис Фейнман. К нынешним цифровым часам это вряд ли относится, но в те времена в часах были пружины, и, схватив остановившиеся часы резким движением, можно было их снова запустить, активировав баланс волосковой пружины. Этот процесс происходит легче, если часы согреть, причем достаточно тепла человеческого тела. Вероятность невелика, но если 10 тысяч человек по всей стране соберут остановившиеся часы, потрясут их и согреют в руках, то ее будет достаточно. Достаточно, чтобы пошли одни часы из 10 тысяч и чтобы их владелец в полном восторге позвонил и поразил всю телеаудиторию. Но мы никогда не узнаем об остальных 9999 часах, так и оставшихся сломанными.



Как относиться к чудесам

В XVIII веке в Шотландии жил известный философ Дэвид Юм, и у него была интересная точка зрения по поводу чудес. Для начала он определил чудо как *трансгрессию* (нарушение) законов природы. Хождение по воде, превращение воды в вино, умение останавливать и запускать часы силой мысли, превращение лягушки в принца — прекрасные примеры нарушения законов природы. Такие чудеса перевернут науку с ног на голову по причинам, которые я объяснил в главе про магию. Вернее, перевернули бы, если бы произошли на самом деле! Как же все-таки относиться к чудесам? Этим вопросом и задался Дэвид Юм, и, как я уже говорил, он выдал блестящий ответ.

Если тебе интересно, что именно ответил Юм, то вот его слова:

Никакое свидетельство не достаточно для установления чуда, кроме такого, ложность которого была бы еще большим чудом, нежели тот факт, который оно стремится установить.

Позволь мне выразить идею Юма другими словами. Если Джон расскажет тебе чудесную историю, в нее стоит верить только в том случае, когда еще большим чудом будет, если она окажется ложью (или ошибкой, иллюзией). Например, ты уверен: "Я бы жизнь Джону доверил, он *никогда* не врет, если он когда-либо соврет, это можно будет счесть чудом". Все правильно, но Юм хотел сказать что-то такое: "Да, Джон не может соврать — это невероятно, но ведь не *более* невероятно, чем то, что якобы увидел Джон?" Предположим, Джон уверяет тебя, что наблюдал, как корова перепрыгнула через луну. Не важно, насколько ты доверяешь Джону, но его



ложь (или искренняя вера в галлюцинацию) будет меньшим чудом, чем прыгающая через луну корова. Поэтому следует предпочесть вариант, при котором Джон соврал (или ошибся).

Пример достаточно грубый и искусственный. Но давай обратимся к реальным событиям и посмотрим, как идеи Юма работают на практике. В 1917 году кузины Франсис Гриффитс и Эльзи Райт, как они утверждали, сфотографировались с феями. Сверху ты видишь одну из фотографий, на которой Эльзи запечатлена якобы вместе с феями.

Ты наверняка уже решил, что фотография — явная подделка, но тем не менее, когда эти снимки были все еще в новинку, даже великий писатель сэр Артур Конан Дойль, создатель Шерлока Холмса, воспринял их всерьез, как и многие другие. Годы спустя повзрослевшие кузины сознались в том, что фей они вырезали из открыток. Теперь встанем на позицию Юма и выясним, почему Конану Дойлю и прочим не следовало верить подделке. Какой из двух вариантов стал бы большим чудом?

1 Феи, маленькие женщины с крыльями, существуют на самом деле и порхают среди цветов.

2 Эльзи и Франсис все выдумали и фальсифицировали фотографии.

Правда, несложный выбор? Дети постоянно что-то выдумывают, это хорошо известно. Даже если усложнить задачу и допустить, что Эльзи и Франсис тебе хорошо знакомы и зарекомендовали себя как абсолютно правдивые девочки, не способные на выдумки, даже если кузинам дать сыворотку правды, подсоединить к детектору лжи и они пройдут все испытания, то как это повлияет на "чудесность" их лжи по системе Юма? Юм ска-



зал бы, что их вранье будет все равно меньшим “чудом”, чем существование фей. Своей проказой Эльзи и Франсис никому не навредили, и забавно, что им удалось провести великого Конана Дойля. Но иногда детские выдумки приводят, мягко говоря, к печальным последствиям. В XVII веке в городке Салем, что в Новой Англии, несколько девочек фанатично увлеклись ведьмами и начали выдумывать и рассказывать истории, к которым, к несчастью, суеверные жители общины отнеслись всерьез. Более сотни женщин и несколько мужчин были обвинены в колдовстве, в сношениях с дьяволом и в том, что они насылали порчу на девочек, якобы ставших свидетельницами их полетов по небу или других странных поступков, обычно приписываемых ведьмам. Наказание было очень суровым: на виселицу отправили почти двадцать человек. Одного мужчину публично забили камнями — опять чудовищная жестокость по отношению к невиновному, а все только потому, что дети выдумали о нем пару историй. Мне непонятно, зачем девочки это сделали. Хотели покрасоваться друг перед другом? Может, это было похоже на современные угрозы в интернете, появляющиеся в социальных сетях? Или они по-настоящему верили в свои рассказы?

Вернемся к чудесам вообще и к тому, как появляются истории о них. Пожалуй, самый знаменитый случай, когда дети рассказали что-то удивительное, а им поверили, — так называемое Фатимское чудо. В 1917 году в городе Фатима в Португалии десятилетняя пастушка по имени Лусия в компании с двумя своими кузенами, Франсишку и Жасинтой, заявили, что им было видение. По их словам, они увидели на холме женщину, Деву Марию, культ которой очень распространен в тех краях. Как свидетельствовала Лусия, Дева Мария велела ей вместе с другими детьми возвращаться в то же место каждое 13-е число вплоть до октября — и каждый



раз будет происходить чудо, доказывающее, что она действительно та, за кого себя выдает. Слухи о грядущем чуде обошли всю Португалию, и в назначенный день на том же холме собралась толпа в 70 тысяч человек. В чуде было задействовано солнце. Описания того, что именно произошло с солнцем, в разных устах звучали по-разному. Одним показалось, что оно “танцует”, другим — что оно крутится, как шутиха. Самым оригинальным оказалось такое свидетельство:

> *…солнце будто прорвало небеса и приготовилось обрушиться на оторопевшую толпу… В тот момент, когда огненный шар почти упал, чтобы всех уничтожить, произошло чудо, и солнце вернулось на свое место на небе и засияло по-прежнему, ярко и спокойно.*

Теперь давай попробуем определить, что же произошло на самом деле. Случилось ли чудо в Фатиме? Являлась ли детям Дева Мария? Кстати, она была невидима для всех, кроме троих детей, но мы не будем серьезно рассматривать эту часть истории. Однако чудо с движущимся солнцем наблюдали 70 тысяч человек, что делать с этим фактом? Двигалось ли солнце (или земля к нему двигалась, из-за чего показалось, что перемещается солнце)? Воспользуемся логикой Юма. Вот три варианта к размышлению.

1 Солнце действительно переместилось и готово было обрушиться на потрясенную толпу, после чего вернулось в изначальное положение. (Или земля изменила траекторию вращения так, что создалось впечатление движущегося солнца.)

2 Солнце и земля остались на месте, а 70 тысяч человек испытали коллективную галлюцинацию.



3 Не произошло вообще ничего особенного, мы имеем дело с преувеличением, искаженным описанием или вообще выдумкой.

Что, по-твоему, наиболее правдоподобно? Все три варианта кажутся маловероятными. Третий — наименее притянутым за уши, и он меньше остальных заслуживает звания чуда. Для того чтобы это оказалось правдой, достаточно кому-то одному соврать о том, что 70 тысяч человек увидели движение солнца, а дальше ложь будет повторяться и распространяться, как любая городская легенда, которыми сейчас переполнен интернет. Вариант номер два менее вероятен. Для него придется поверить, что у 70 тысяч человек одновременно случилась галлюцинация с участием солнца. Не очень-то верится. Но насколько бы маловероятным ни был такой вариант, он все равно меньше похож на чудо, чем первый.

Солнце видно днем на половине земного шара, а не только в одном португальском городе. Если бы оно сдвинулось с места, миллионы людей во всем полушарии, а не только в Фатиме, испугались бы до смерти. Более того, если бы солнце *действительно* переместилось с такой скоростью и устремилось к толпе или если бы траектория нашей планеты изменилась настолько, что солнце визуально переменило бы свое положение со столь невероятной скоростью, то это был бы страшный конец для всех нас. Либо Земля ушла бы с орбиты и летала по космосу безжизненным холодным камнем, либо нас притянуло бы к Солнцу и поджарило бы как следует. В 5-й главе я писал, что Земля вращается со скоростью в несколько сотен километров в час (1600 километров в час на экваторе), и тем не менее кажущееся движение Солнца слишком медленно, чтобы мы его заметили, потому что Солнце находится очень далеко. Если бы Солнце и Земля начали сближаться с такой скоро-

стью, чтобы толпа увидела, как Солнце “устремилось” на нее, то в реальности движение должно происходить в тысячи раз быстрее, а это приведет буквально к концу света.

Говорят, что Лусия велела всем смотреть на солнце. Это, кстати, чрезвычайно глупое занятие, потому что плохо действует на глаза. В результате может почудиться, что солнце на небе колеблется. Стоит одному человеку увидеть галлюцинацию или соврать о том, что он заметил движение солнца, — и возникнет слух, который распространится в мгновение ока. Скорее всего, один из тех, до кого он дойдет, запишет его. Для Юма не важно, что именно произошло. Важно, насколько возможно то, что 70 тысяч человек ошиблись, а это гораздо вероятнее, чем вышеописанное движение солнца.

Юм никогда не утверждал, что чудес не бывает. Он просто представил нам чудо как невероятное событие, чью вероятность мы в силах оценить. Оценка не обязана быть точной. Достаточно того, что невозможность предполагаемого чуда легко поместить на некую шкалу и сравнить с альтернативными вариантами, например с галлюцинациями или ложью.





Давай вернемся к карточной игре, которую я описал в 1-й главе. Мы представили, что у четырех игроков идеальная раздача: у каждого либо все трефы, либо все червы, либо все пики, либо все бубны. Случись такое, что бы мы подумали? Давай еще раз запишем три возможных варианта.

1 Случилось сверхъестественное чудо по воле некоего чародея, ведьмы, колдуна или бога, с помощью своих особых способностей нарушившего законы природы и поменявшего местами все червы, бубны, пики и трефы на картах так, чтобы получилась подобная раздача.

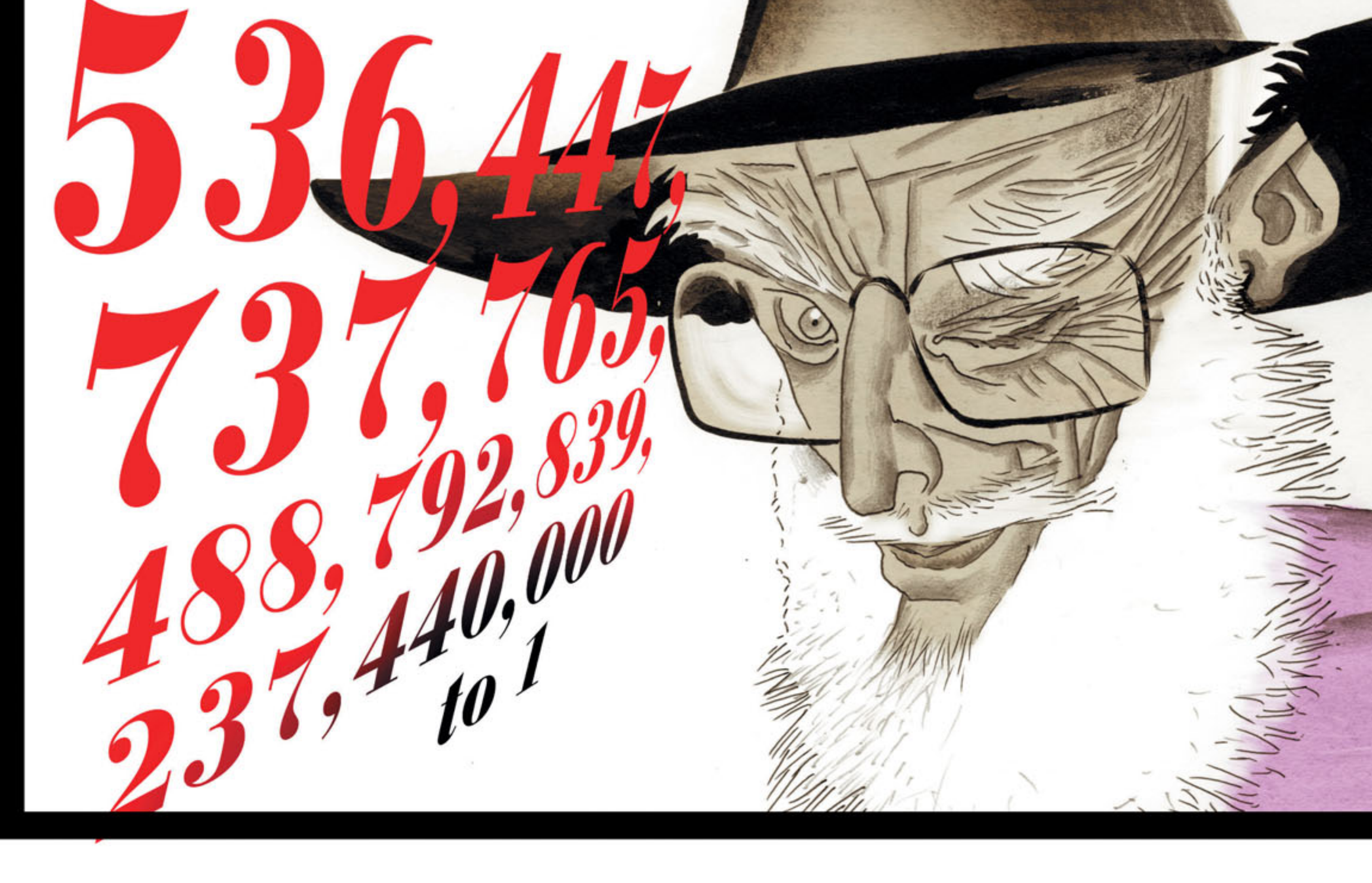
2 Произошло удивительное совпадение. Карты смешались так, что у всех на руках оказалась идеальная комбинация.

3 Кто-то исполнил хитро задуманный трюк, возможно благодаря спрятанной в рукаве и заранее особым образом перемешанной колоде карт, которой заменили ту, что перемешивалась на наших глазах.

Какой вывод ты сделаешь с учетом совета Юма? Во все три варианта сложно поверить. Третий вариант — самый реалистичный. Второй мог бы иметь место, но мы уже выяснили, что у него очень низкая вероятность:

1:536 447 737 488 792 839 237 440 000.

У нас не получится посчитать шансы для первого варианта, но нетрудно прикинуть: некая сила, никогда до этого о себе не заявлявшая и никем не изученная, заставила переместиться красные и черные краски на паре десятков карт одновременно. Ты, наверное, скажешь: “Не может быть!”, но Юм бы этим не удовлетворился. Он попросил бы сравнить этот вариант с двумя другими, в данном случае — со спланированным трюком и большим везением. Все мы видели искусные фокусы



(часто в них участвуют карты), даже более поразительные, чем такой. Наиболее подходящее объяснение идеальной раздаче — вовсе не удача и уж тем более не чудесное нарушение законов Вселенной, а всего лишь трюк, проделанный фокусником или наглым шулером.

Давай обратимся к другой, очень известной, истории о чуде, которую я уже упоминал ранее: об иудейском проповеднике Иисусе, обратившем воду в вино. И снова мы составим список наиболее вероятных объяснений случившемуся.

1 Все произошло на самом деле. Вода действительно превратилась в вино.

2 Это был заранее подготовленный трюк.

3 Ничего подобного не происходило. Перед нами всего лишь рассказ, выдумка, плод чьего-то воображения. Или кто-то не так понял то, что произошло на самом деле.

Не думаю, что возникнут какие-либо затруднения с расстановкой вариантов по степени их правдоподобности. Признав реальность первого варианта, я пойду против основных научных принципов, с которыми мы ознакомились, говоря в 1-й главе о каретах и тыквах, лягушках и принцах. Молекулам воды пришлось бы превратиться в сложную смесь молекул — спирта, таннинов, различных сахаров и многих других. Чтобы принять такой вариант, остальные должны быть еще менее реалистичными.

Вариант с фокусом возможен (гораздо более сложные трюки регулярно проделываются на сцене и на телевидении), но менее вероятен, чем третье объяснение. Зачем трудиться над разгадкой трюка, если можно допустить, что нет практически никаких доказательств факта самого события? Зачем вообще этот вариант рассматривать, когда третье объяснение намного более веро-

ятно? Кто-то выдумал историю. Люди все время что-то придумывают. Таково свойство нашей фантазии. А раз легенда настолько очевидно вымышлена, то не стоит и задумываться о спланированных трюках и тем более о чудесах, нарушающих законы природы и переворачивающих с ног на голову наши представления об устройстве Вселенной.

Нам известно, что про Иисуса выдумали множество историй. Например, есть милая рождественская песенка про вишневое дерево, которую ты, возможно, когда-нибудь слышал. В ней речь идет о том, как Мария (кстати, Мария та же самая, что и в фатимской истории), неся в своей утробе Иисуса, прогуливалась со своим мужем Иосифом и на пути им встретилось вишневое дерево. Марии захотелось вишен, но они висели слишком высоко — не достать. Иосиф был не в том настроении, чтобы карабкаться на дерево, но тут…



Тогда вскричал малыш Иисус
Из матушкина чрева:
“Марии нужен вишен вкус —
Склонись сейчас же, древо.
Марии нужен вишен вкус —
Склонись сейчас же, древо”.

Склонилось древо сей же час,
И кликнула Мария:
“Иосиф, вишни есть у нас
Велением Мессии.
Иосиф, вишни есть у нас
Велением Мессии”.

Ни в одной из древних священных книг нет этого эпизода. И никто, буквально никто, будь то человек образованный или безграмотный, не воспринимает легенду всерьез. Множество людей верят в притчу о воде и вине, но все согласны с тем, что история про вишни — выдумка. Песне о вишневом дереве примерно 500 лет. Миф о превращении воды в вино старше. Он присутствует в одном из четырех Евангелий (в Евангелии от Иоанна, и о нем даже не упоминается в оставшихся трех), но нет ни малейшего основания верить в эту выдумку, возникшую всего лишь несколькими столетиями раньше истории о вишневом дереве. Все четыре Евангелия, надо добавить, созданы гораздо позже описанных в них событий, и ни один из авторов не был их свидетелем. Так что со спокойной совестью считай притчу о воде и вине вымыслом, как и историю о вишневом дереве.

То же можно сказать обо всех так называемых чудесах и сверхъестественных событиях. Предположим, произошло что-то нам непонятное и сложно определить, в чем состоит жульничество, трюк или ложь, так неужели будет правильно сделать вывод о сверхъестественности этого события? Нет! Как я говорил в 1-й главе, подобное заключение закроет путь всякому дальнейшему расследованию или анализу. Фраза о том, что чему-то нет разумного объяснения, — нечестная и придумана из лени. Назвав любые странности сверхъестествеными, ты не просто признаешь, что не понимаешь их. Ты сдаешься и утверждаешь, что их нельзя будет понять никогда.

Сегодня — чудо, завтра — технология

Существуют явления, объяснить которые не по силам даже лучшим современным ученым. Но это не значит, что нам следует бросить дальнейшие поиски разумного ответа и списать все на магию и сверхъестественное, ни в чем так и не разобравшись. Представь, как человек Средневековья, пусть даже самый образованный, отреагировал бы на реактивный самолет, ноутбук, мобильный телефон или навигатор. Он бы назвал эти приборы чудесными, сверхъестественными. Сегодня подобные устройства используются вез-



де, и мы знаем, как они работают, и знаем, что они созданы людьми на основе научных принципов. Так что нет причин ссылаться на чудеса и сверхъестественное, как это сделали бы средневековые люди.

За примером необязательно отправляться в Средние века. Международная банда преступников в Викторианскую эпоху, воспользовавшись мобильными телефонами, смогла бы координировать свои действия так, что даже Шерлок Холмс принял бы это за телепатию. В мире Холмса подозреваемый в убийстве, совершенном в Лондоне, доказавший, что был в Нью-Йорке в вечер преступления, имел бы прекрасное алиби, потому что в конце XIX века невозможно было оказаться в Лондоне и в Нью-Йорке в один и тот же день. Утверждать обратное — значит приплести к делу сверхъестественные силы. Современные реактивные самолеты упростили ситуацию. Известный писатель-фантаст Артур Кларк подытожил проблему Третьим Законом Кларка: "Любая достаточно развитая технология неотличима от магии".

Если бы машина времени переместила нас на век вперед, то нашим глазам предстало бы нечто невероятное, что сегодня нам видится чем-то нереальным, чудом. Из этого не следует, что в будущем будет возможно *все*. Фантасты запросто придумывают и машину времени, и антигравитационный двигатель, и ракету, передвигающуюся со сверхсветовой скоростью. Но тот факт, что мы способны все это выдумать, вовсе не означает, что подобные устройства когда-нибудь станут частью реальности. Часть воображаемых нами вещей воплотится в жизнь, но большинство — нет.

Чем дольше об этом размышляешь, тем глубже осознаешь, что сама идея сверхъестественного чуда бессмысленна. Если произошло необъяснимое с научной точки зрения событие, из этого следуют два основных вывода. Либо на самом деле ничего не произошло (наблюдатель ошибся, соврал или был обманут), либо мы обнаружили пробел в современной науке. Если современная наука сталкивается с необъяснимым явлением или результатом эксперимента, то не покладая рук стремится найти ему причину. Если для решения задачи потребуется принципиально новый подход, настолько революционный, что ученые его и за науку не считают, то это нормально. Такое уже происходило. Но не стоит лениться и принимать пораженческую позицию, заявляя: "Это сверхъестественно" или "Свершилось чудо". Лучше сказать: "Это загадка, это странно, надо выяснить, что это такое". Не важно, как мы решаем проблему — наблюдая или расширяя границы науки в новых поразительных направлениях, необходимо храбро бросаться на поиски правды. И пока не найден *точный* ответ, корректно будет сказать: "Мы не понимаем, что тут происходит, но работаем над этим". Так честнее всего.

Чудеса, магия и мифы — это весело, и мы с удовольствием вспоминали их на протяжении книги. Всем нравятся красивые истории, и я надеюсь, тебе при-

ятно было познакомиться с мифами, с которых начиналась большая часть глав. Было бы еще лучше, если бы тебе понравилась и научная часть — после мифов. Надеюсь, ты согласен со мной в том, что в истине есть своя магия. Истина чудеснее — в лучшем и самом прекрасном смысле этого слова — любого мифа, чуда или вымысла. У науки своя магия: магия

реальности.



Алфавитный указатель

Ричард Докинз хотел бы выразить благодарность
Лалле Вард, Лоуренсу Крауссу, Салли Гаминара, Джилиан Сомерскейлз, Филипу Лорду, Катрине Уон, Хилари Редмон, Кену Зити, Тому Луэсу, Оуэну Толлеру, Уиллу Уильямсу и Сэму Робертсу из Лондонской школы Святого Павла, Алану Таунсенду, Биллу Наю, Элизабет Корнуэлл, Кэролин Порко, Кристоферу Маккею, Жаклин Симпсон, Розалинде Темпл, Энди Томсону, Джону Брокману, Кейт Кетлуэлл, Марку Пейджелу, Майклу Лэнду, Тодду Штифелю, Грегу Лэнджеру, Роберту Джейкобсу, Майклу Юдкину, Оливеру Пибусу, Ренду Расселу, Эдварду Эшкрофту, Грегу Стайклезеру, Пауле Кирби, Энни Коул-Гамильтон, а также учителям и ученикам *Moray Firth School.staff and pupils of Moray Firth School.*

Дэйв Маккин хотел бы выразить благодарность
Кристиану Крупа (компьютерное моделирование), Рут Ховард (консультанту по химии), Эндрю Хиллзу (консультанту по физике) и *Cranbrook School,* а также Клэр, Иоланде и Лаяму Маккин.

Источники фотографий

Майкл Джексон на капоте автомобиля, стр. 248 © KNS News
“Иисус на сковородке”, стр. 249 © Caters News
“Иисус на тосте” стр. 249 © Chip Simons/Getty
Коттинглийские феи, стр. 255 © Glenn Hill/SSPL/Getty
Галактики, стр. 167 © NASA/Getty
Спектроскоп, стр. 170 © Museum of the History of Science, Oxford

---

CORPUS
научно-популярное издание

Ричард Докинз

МАГИЯ РЕАЛЬНОСТИ

Как наука познает Вселенную

Главный редактор Варвара Горностаева
Ведущий редактор Наталья Богомолова
Научный редактор Дмитрий Баюк
Ответственный за выпуск Анна Самойлова
Технический редактор Надежда Духанина
Корректор Наталия Усольцева
Верстка Марат Зинуллин, Валерий Харламов

Настоящее издание не содержит возрастных ограничений, предусмотренных федеральным законом "О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию" (№ 436-ФЗ)

Общероссийский классификатор продукции ОК-005–93, том 2; 953000 — книги, брошюры.

Подписано в печать 22.10.15. Формат 84x108/16
Бумага офсетная. Гарнитура "Original GaramondC"
Печать офсетная. Усл. печ. л. 17
Тираж 2000 экз. Заказ №

ООО "Издательство АСТ ",
129085 г. Москва, Звездный бульвар, д. 21, строение 3, комната 5
Наш электронный адрес: www.ast.ru; e-mail: astpub@aha.ru

"Баспа Аста" деген ООО
129085 г. Мәскеу, жұлдызды гүлзар, д. 21, 3 құрылым, 5 бөлме
Біздің электрондық мекенжайымыз: www.ast.ru; e-mail: astpub@aha.ru

По вопросам оптовой покупки книг обращаться по адресу:
123317 г. Москва, Пресненская наб., д. 6, стр. 2, БЦ "Империя", а/я № 5
Тел.: (499) 951 6000, доб. 574

Қазақстан Республикасында дистрибьютор және өнім бойынша арыз-талаптарды қабылдаушының өкілі "РДЦ-Алматы" ЖШС, Алматы қ., Домбровский көш., 3"а", литер Б, офис 1.
Тел.: +7 (727) 251 5989, 90, 91, 92, факс: +7 (727) 251 5812, доб. 107; e-mail: RDC-Almaty@eksmo.kz
Өнімнің жарамдылық мерзімі шектелмеген

Отпечатано в ОАО "Первая Образцовая типография"
филиал "Дом печати"- ВЯТКА" в полном соответствии
с качеством предоставленных материалов.
610033, г. Киров, ул. Московская, 122

“Меня часто просят порекомендовать хорошие книги про науку для юных читателей. Отныне у меня не будет никаких сомнений на этот счет. “Магия реальности” — прекрасная и доступная книга с очень широким тематическим захватом, ее автор обращается к вопросам о Вселенной, имеющимся у нас у всех. В ней говорится также и о фактах малоизвестных, и о тех представлениях, которые слишком часто берутся на веру без достаточного на то основания.

Я убежден, что “Магия реальности” станет надежным источником знаний для людей разных возрастов, тем более что написана она мастерски и очень красноречиво. Ричард Докинз — возможно, лучший из тех, кто пишет сегодня о науке, а эта книга вдобавок прекрасно проиллюстрирована Дэйвом Маккином. Можно ли желать лучшего?”

Лоуренс Краусс
профессор-основатель Отделения земных и космических исследований
и почетный директор проекта “Origins”
Университета штата Аризона.



“

…В этой книге я хочу показать, что реальный мир, будучи научно осознанным, обладает своей магией — я ее называю поэтической: она вдохновляет нас своей красотой, еще более волшебной оттого, что реальна и что мы понимаем, как она действует… Магия реальности — не трюк и не чудо, она, попросту говоря, чудесна. Чудесна и реальна. Чудесна, потому что реальна”.